UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1951-1952. — N° 108

LES FIBRES NERVEUSES EFFÉRENTES COCHLÉAIRES

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 25 juillet 1952

PAR

Michel-Robert PORTMANN

Chef de Clinique adjoint d'oto-rhino-laryngologie,
Préparateur au Laboratoire d'Anatomie générale et d'Histologie.
Ancien interne des Hôpitaux,

Né à BORDEAUX (Gironde), le 31 mai 1924.

Examinateurs de la Thèse

MM.	PORTMANN, professeur	*Président.*
	DELMAS-MARSALET, professeur.	*Juges.*
	MAYER, professeur	
	DESPONS, agrégé	

BORDEAUX
IMPRIMERIE LIBRAIRIE DELMAS
6, Place Saint-Christoly, 6

1952

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547304_0082

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1951-1952. — N° 108

LES FIBRES NERVEUSES EFFÉRENTES COCHLÉAIRES

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 25 juillet 1952

PAR

Michel-Robert PORTMANN

Chef de Clinique adjoint d'oto-rhino-laryngologie,
Préparateur au Laboratoire d'Anatomie générale et d'Histologie,
Ancien interne des Hôpitaux,

Né à BORDEAUX (Gironde), le 31 mai 1924.

Examinateurs de la Thèse

MM. PORTMANN, professeur ..... *Président.*
DELMAS-MARSALET, professeur. } *Juges.*
MAYER, professeur ..... } *Juges.*
DESPONS, agrégé ..... } *Juges.*

BORDEAUX
IMPRIMERIE LIBRAIRIE DELMAS
6, Place Saint-Christoly, 6
—
1952

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYENS HONORAIRES : MM. DUPÉRIÉ, CHELLE.

DOYEN : M. PORTMANN.

ASSESSEUR : M. SIGALAS.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. A. MANDOUL, GUYOT, ANDÉRODIAS, ROCHER, LANDE, DUVERGEY, CARLES, LEURET, PERY, LABAT, CHARRIER, DUBREUIL, MACHEBŒUF, CRUCHET. DUPÉRIÉ, CHELLE.

PROFESSEURS :

	MM.		MM.
Clinique médicale	N...	Médecine expérimentale	N...
id.	CREYX.	Clinique ophtalmologique	BEAUVIEUX.
Clinique chirurgicale	PAPIN.	Clinique chirurg. inf. et orthop.	LOUBAT.
Clinique chirurgicale	MASSÉ.	Clin. des maladies infectieuses	AUBERTIN.
Clinique d'accouchements	RIVIÈRE.	Chimie biologique et médicale	TAYEAU.
Clinique gynécologique	MAGENDIE.	Physique méd. et pharmaceutique.	PIFFAULT.
Anatomie pathol. et microsc. clin.	DE GRAILLY.	Méd. col. et clin. mal. exotiques.	BONNIN.
Anatomie	N...	Clin. malad. cutanées et syphilit.	JOULIA.
Anatomie générale et histologie.	MAYER.	Clin. des mal. des voies urinaires.	DARGET.
Hygiène et clin. de la tubercul.	PIÉCHAUD.	Clin. mal. nerveuses et mentales.	DELMAS-MARSALET.
Médecine légale et du Travail.	DERVILLÉE.	Clin. d'oto-rhino-laryngologie	PORTMANN.
Electroradiol. et clin. d'él. médic.	REBOUL.	Toxicologie et hygiène appliquée.	CASTAGNOU.
Chimie	MESNARD.	Clinique odonto-stomatologique	DUBECQ.
Matière médicale	GOLSE.	Clin. méd. des mal. des enfants.	FONTAN.
Pharmacie	VITTE.	Botanique et cryptogamie	GIRARD.
Physiologie	FABRE.	Thérapeutique	BROUSTET.
Zoologie et parasitologie	R. SIGALAS.		

PROFESSEURS SANS CHAIRE :

MM. PERRENS (Maladies mentales). — DUFOUR (Anatomie). BLANQUET (Physique pharmaceutique).

MAITRES DE CONFÉRENCES AGRÉGÉS :

	MM.		MM.
Parasitologie	PAUTRIZEL.	Pharmacie (1re Section)	R. GOLSE.
Physiologie	Mlle ROUGIER.	Pharmacie (2e Section)	MASQUELIER.
Bactériologie	MOUSTARDIER.	Pharmacie (3e Section)	CAZAUX.

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Médecine générale	SARIC.	Ophtalmologie	BESSIÈRE.
id.	DUBARRY.	Oto-rhino-laryngologie	DESPONS.
id.	F.-J. TRAISSAC	Dermatologie et syphiligraphie	LE COULANT.
id.	BERGOUIGNAN.	Pédiatrie et Puériculture	VERGER.
id.	LENG-LEVY.	Méd. légale et méd. du Travail.	L'ÉPÉE.
Chirurgie générale	POUYANNE.	Electroradiologie	LACHAPÈLE.
id.	LAUMONIER.	Odonto-stomatologie	MARONNEAUD.
id.	CHAVANNAZ.	Urologie	LANGE.
Obstétrique	MAHON.		
Obstétrique	CHASTRUSSE.		

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.		MM.
Médecine opératoire	DUFOUR.	Pharmacie galénique	MESNARD.
Accouchements	CHASTRUSSE.	Organographie et Physiol. végét.	TEMPERE.
Puériculture	VERGER.	Chimie biologique	NEUZIL.
id.	PERY.	Pathologie chirurgicale	LAUMONIER.
Législation pharmaceutique	POPLAWSKI. COUSTOU.	id.	VILLAR.
Anatomie	RIGAUD.	Zoologie pharmaceutique	BAILENGER.
Chimie minérale	BABIN.	Hydrologie pharmaceutique	CAZAUX.
Cryptogamie	LAUBIE.	Chimie biologique-analytique	MARQUEVIELLE.
Médecine légale	L'EPEE.		

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A LA MEMOIRE DE MON GRAND-PERE
LE PROFESSEUR E.-J. MOURE

Fondateur de l'enseignement oto-rhino-laryngologique en France.

A LA MEMOIRE DE MON FRERE GUY

A MA MERE

Témoignage de ma grande reconnaissance et de mon immense affection.

A MA FEMME
LE DOCTEUR CL. PORTMANN

Dont le présent travail est également l'œuvre. Avec ma profonde tendresse.

A MES DEUX FILLES

A MON FRERE RENE

A TOUS LES MIENS

A TOUS MES AMIS

A MES CAMARADES DE FACULTE,
D'EXTERNAT ET D'INTERNAT

A Mademoiselle JUSTIN

Laborantine des Hôpitaux.

Avec tous mes remerciements pour l'aide si précieuse qu'elle apporta à ce travail.

A Monsieur le Professeur A. WEBER

Ancien Directeur de l'Institut d'Anatomie de l'Université de Genève.

A qui je dois tous les résultats de ces recherches et la découverte passionnante de la neuro-histologie moderne, dont il est un des maîtres incontestés, témoignage de mon admiration et de mon affectueuse reconnaissance.

A Monsieur le Professeur G. DUBREUIL

Professeur honoraire à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

Qui a su m'inculquer la discipline scientifique depuis le début de mes études et dont l'expérience fut toujours pour moi un guide précieux. Je lui dédie ce modeste travail, preuve de mon affectueuse gratitude.

A Monsieur le Professeur J.-A. BAUMANN

Directeur de l'Institut d'Anatomie de l'Université de Genève.

Dont l'accueil chaleureux et les conseils si amicaux m'ont permis de mener à bien cette tâche. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

A MES JUGES

Monsieur le Professeur agrégé DESPONS

Oto-rhino-laryngologiste des Hôpitaux,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Médaille militaire,
Croix de guerre,
Chevalier de l'Ordre de la Santé publique,
Officier de l'Instruction publique.

C'est pour moi l'occasion de le remercier pour son accueil amical et pour l'enseignement si pratique et éclairé dont j'ai toujours bénéficié auprès de lui.

Monsieur le Professeur MAYER

Professeur d'Histologie et d'Embryologie,
Officier d'Académie.

Au laboratoire duquel je suis fier d'appartenir. Témoignage de ma sincère et amicale gratitude.

Monsieur le Professeur DELMAS-MARSALET

Professeur de Clinique des maladies nerveuses et mentales,
Médecin des Hôpitaux,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Croix de guerre,
Officier de l'Instruction publique.

Avec l'assurance de ma respectueuse admiration.

A MON PERE ET PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur G. PORTMANN

Professeur d'oto-rhino-laryngologie,
Doyen de la Faculté de Médecine
et de Pharmacie de Bordeaux,
Membre correspondant national de l'Académie de Médecine,
Membre de l'Académie royale de Médecine de Belgique,
Membre de l'Académie de Médecine de Rio-de-Janeiro,
Commandeur de la Légion d'honneur,
Croix de guerre,
Officier de l'Instruction publique,
Grand-Croix de l'Ordre du Christ (Portugal),
Officier de Saint-Sava (Serbie),
Chevalier de l'Ordre de Léopold (Belgique),
Chevalier de l'Ordre de Charles III (Espagne),
Médaille militaire (Grèce).

Témoignage modeste de l'immense admiration d'un élève et de la grande tendresse d'un fils.

LES FIBRES NERVEUSES EFFÉRENTES COCHLÉAIRES

INTRODUCTION

L'étude anatomique du système nerveux de l'oreille interne pourrait sembler, à l'heure actuelle, définitivement terminée comme celle de nombreux autres organes; il existe cependant un système nerveux centrifuge ou efférent dont de nombreux auteurs ont envisagé l'existence au niveau du nerf cochléaire, mais dont l'étude histologique, d'ailleurs encore incomplète, ne date que de ces dernières années. Ceci s'explique, du reste, par la difficulté que l'on rencontre en matière d'histologie nerveuse du rocher, les résultats obtenus étant toujours fonction des moyens optiques et des possibilités des préparations techniques. C'est ainsi que l'on pouvait penser, ces dernières années, que l'étude de la morphologie normale était achevée, compte tenu de l'état actuel de nos moyens.

Après la phase morphologique et malgré quelques points de détail restés encore obscurs, la biologie s'engage désormais délibérément dans la phase physiologique où l'existence des structures anatomiques est prouvée seulement par l'observation clinique. Du seul « fait physiologique », l'on déduit ainsi la réalité anatomique d'un élément dont le schéma suffira à la compréhension du mécanisme en jeu et à son utilisation sur le plan clinique ou thérapeutique.

Peu importe le substratum anatomique si le médecin sait que, dans telles conditions, tel stimulus détermine toujours telle réaction, et ceci est d'autant plus ancré dans certains esprits que l'on sait qu'à l'échelle microscopique les structures sont souvent fonction des déformations provoquées par les préparations histologiques.

Cependant, malgré cette apparente condamnation de la morphologie, celle-ci est loin, en réalité, d'être définitivement achevée, l'amélioration des moyens physiques, tels l'avènement du microscope électronique, la mise au point de techniques nouvelles, où l'on s'efforce de réduire au minimum les possibilités d'artéfacts, donne à cette science un rôle toujours nouveau à jouer.

C'est ainsi qu'en matière d'histologie nerveuse, un grand progrès a pu être réalisé ces dernières années, grâce aux travaux de A. Weber, qui perfectionna considérablement les procédés de fixation et d'imprégnation argentique. Ces genres de coloration, mettant en évidence au microscope le protoplasme spécifiquement nerveux, étaient et sont encore souvent inconstants dans leurs résultats et traduisent mal la structure de la matière vivante. Une fixation meilleure, caractérisée principalement par une extraction énergique et aussi complète que possible des lipides (A. Weber), permet, au contraire, d'obtenir avec une remarquable régularité la coloration élective des cellules et des fibres nerveuses en des teintes variant du jaune ou brun clair, au brun foncé et au noir vu sur un fond jaune clair, suivant l'état fonctionnel de la fibre (sympathique pré ou postganglionnaire, sécrétrice, motrice..., J.-A. Baumann). Alors que dans les techniques ordinaires les granules d'argent réduit se déposent à la surface de la fibre, ce qui fait apparaître celle-ci toujours très noire, quelle que soit sa structure intime, dans la méthode de A. Weber, les granules d'argent réduit pénètrent à l'intérieur de l'élément, et leur diversité est ainsi fonction de l'ultra-structure, qui est elle-même différente suivant la fonction de la fibre. Il en va de

même pour la distinction entre une fibre nerveuse isolée à la limite de la visibilité et une fibre de réticuline, que les techniques ordinaires ne peuvent discriminer, l'argent se déposant toujours sur leur pourtour, quelle que soit la nature de la fibre; alors qu'avec la méthode de A. Weber les grains d'argent se fixent sur le pourtour de la fibre de réticuline, mais pénètrent dans l'intérieur de la fibre nerveuse, où ils s'orientent dans les espaces interprotofibrillaires. L'examen en lumière polarisée ne montre alors un dichroïsme net que pour les seuls filaments nerveux (Ch.-A. Baud), moyen de diagnostic précieux qui s'est révélé maintes fois utile au cours de notre étude.

Cette excellente méthode permet donc de suivre des fibres nerveuses en coupes sériées à travers les formations les plus complexes, et ainsi de découvrir des systèmes de fibres jusque-là passés inaperçus.

Les fibres efférentes de la cochlée, c'est-à-dire celles qui transportent l'influx nerveux des centres supérieurs à la périphérie, peuvent provenir de deux origines :

1° Certaines sont manifestement végétatives, appartenant au système périvasculaire, fibres postganglionnaires provenant du plexus vertébral en suivant l'artère auditive interne. Quelques aspects histologiques en furent entrevus par certains auteurs (Gatcher et Demetriades, Kolmer, M. Portmann et Cl. Portmann); elles ne feront pas l'objet de cette étude.

2° D'autres, dont la nature végétative est plus discutable, seraient tronculaires, arriveraient au sein de la VIII^{e} paire elle-même, c'est-à-dire mêlées aux éléments sensoriels.

Si la présence des premières ne pose pas de problème physiologique spécial à l'appareil auditif, au contraire la preuve formelle de l'existence des secondes pourrait entraîner la formation d'hypothèses physiologiques spécifiques du mécanisme de l'audition et l'essai d'explications pathogéniques de nombreux faits audiologiques restés encore obscurs.

L'importance de cette question pour l'otologiste nous a amené à étudier ces fibres efférentes neuro-tronculaires, de leurs origines à leurs terminaisons cochléaires les plus ultimes, à l'aide de techniques modernes de coloration nerveuse.

Cette étude comprend :

Historique.

Recherches personnelles :

— Moyens d'étude;
— Résultats.

Discussion (conceptions physiologiques).

Conclusions.

HISTORIQUE

Malgré l'affirmation de quelques auteurs, aucun travail d'histologie n'a pu mettre en évidence, de façon certaine, jusqu'à ces deux dernières années (1951, 1952), la topographie de voies efférentes neuro-tronculaires au niveau de la VIII[e] paire crânienne. Il paraissait cependant logique de penser qu'elle y existe pour plusieurs raisons. La présence de fibres parasympathiques dans le tronc de la plupart des nerfs crâniens est aujourd'hui un fait acquis, en particulier pour les nerfs III, VII, intermédiaire, IX, X, qui les conduisent jusqu'à des ganglions où elles font relais. Or, le besoin de découvrir un substratum anatomique à la physiologie de la sécrétion endolymphatique pourrait amener certains à penser que, comme ces autres nerfs, la VIII[e] paire contiendrait aussi des fibres sécrétoires.

Dans la portion périphérique, quelques auteurs signalent des fibres efférentes végétatives parmi les éléments nerveux du nerf auditif.

Déjà, Cajal décrit de fines fibres amyéliniques qu'il suppose de nature végétative et qui cheminent entre les éléments cellulaires du ganglion de Scarpa. Son élève Bovero (1914) fait des observations similaires et constate, dans le ganglion vestibulaire, de fines terminaisons en forme de petites massues, et Mesolella, dans un travail plus récent (1941), cherchant à contrôler les observations de Cajal et Bovero, arrive à un résultat négatif qui lui fait nier la présence de fibres sympathiques dans le tronc du nerf vestibulaire et dans le ganglion vestibulaire. Erlytky, puis Orzallesi et Pelligrini (1933) prétendent qu'il existe

bien dans le ganglion de Scarpa des fibres sympathiques, mais que celles-ci arriveraient à l'oreille interne en suivant le tronc de la VIII[e] paire elle-même et non par des anastomoses avec d'autres nerfs, tel l'intermédiaire de Wrisberg.

Ernyer (1935) constate la présence dans le nerf vestibulaire et dans le nerf cochléaire, à côté des fibres fines myéliniques, d'éléments amyéliniques supposés efférents. Lovino (1950), s'appuyant sur des recherches effectuées avec la méthode de de Castro, dresse un schéma topographique du système nerveux végétatif de l'oreille interne vestibulaire et cochléaire, dont le point de départ serait, pour lui, dans un ganglion de l'oreille moyenne situé contre le nerf facial et dénommé, par cet auteur, « ganglion sphénotique ». Ce dernier enverrait à travers la capsule otique un contingent important qui, après subdivision, se répartirait dans toutes les formations du labyrinthe membraneux. Description originale que l'on ne retrouve dans aucun autre travail.

Racine (1944) étudie l'oreille interne par les méthodes de Bielchowski-Agduhr et de Marchi. Il décrit des réseaux de fines fibres argentaffines dans la macula du chat formant des images plexiformes qu'il rapproche du « réticulum terminal » de Stöhr, et se base sur cette seule observation pour échafauder un schéma de la voie neuro-tronculaire parasympathique efférente, admettant, en effet, que les fibres sympathiques proviendraient de l'intermédiaire de Wrisberg par l'anastomose entre ce nerf et le VIII[e]. Par analogie avec d'autres nerfs, il pense pouvoir décrire des relais synaptiques dans les ganglions de Scarpa et de Corti. Les observations de Racine sont reprises par Agazzi (1945), qui donne des descriptions similaires.

Mais tout récemment A. Abraham (1951), à l'occasion de recherches sur les terminaisons de la VIII[e] paire, nie toute valeur aux descriptions des deux auteurs précédents, et estime qu'en dehors des rameaux vaso-moteurs qui accompagnent les vaisseaux et qui ne les quittent pas, il n'y a pas de fibres nerveuses sympathiques ou parasympathiques dans l'innervation du labyrinthe membraneux.

L'on voit l'extrême confusion qui se dégage de la lecture des travaux concernant des fibres supposées efférentes, situées dans les portions périphériques du nerf auditif, et la pauvreté de nos connaissances sur ce sujet.

Parallèlement, au point de vue central, plusieurs auteurs (Leidler, Quix, Winkler, Pápez, Van Gehuchten, Rasmussen) décrivent des voies efférentes tronculaires dont certains définissent le point de départ bulbaire.

— Leidler (1913) observe des fibres, qu'il qualifie de centrifuges, dans le nerf vestibulaire.

— Quix (1921) le confirme et considère ces éléments comme de nature végétative.

— Winkler (1921) est le premier auteur faisant une expérimentation sur le sujet. Il sectionne la VIII[e] paire près du méat auditif interne, et, un temps très court après l'opération, constate, d'une part, que les vaisseaux sanguins de la strie vasculaire sont atrophiés, et, d'autre part, que l'endolymphe a disparu, puisque la membrane de Reissner est collabée contre l'organe de Corti, tandis que les cellules du ganglion spiral sont intactes. Par ailleurs, il remarque que certaines cellules de la zone du noyau de Bechterew montrent des figures de dégénérescence. Ces constatations lui font supposer :

1° Que le noyau de Bechterew serait à l'origine des fibres centrifuges autonomes destinées à la strie vasculaire et peut-être aux autres vaisseaux de la cochlée;

2° Que ce système efférent présiderait à la sécrétion du liquide endolymphatique au niveau de la strie vasculaire, en servant à son innervation et celle des cellules qui sécrètent ce liquide.

Bien qu'il ait trouvé les cellules du ganglion spiral intactes, on peut se demander avec Rasmussen si les lésions constatées par Winkler ne furent pas provoquées par l'ischémie résultant de la section probable de l'artère auditive interne.

Ce schéma de l'innervation efférente de la cochlée, demeuré classique, n'a cependant jamais reçu de confirmation histologique certaine, même par son auteur.

— Plus tard, Papez (1929-1930) étudie le pédoncule olivaire, c'est-à-dire le faisceau naissant dans l'olive bulbaire et se dirigeant dorsalement vers la région du noyau du VI et du genou du VII. Ce pédoncule était considéré depuis longtemps par de nombreux auteurs (Bechterew [1885], Held [1891-1893], Kolliker [1893],) comme un faisceau mettant en connexion l'olive bulbaire et le noyau oculo-moteur du VI. Seul Ramon y Cajal (1893) avait, dès cette époque, émis un doute sur cette destination. Hofmann (1908), puis Yoshida (1925), observent qu'en réalité ce faisceau dépasserait le niveau du noyau du VI et traverserait la ligne médiane au-delà de laquelle ils ne peuvent le suivre.

Papez (1930) démontre pour la première fois que ce fameux faisceau pédonculaire, après avoir traversé la ligne médiane, pénètre dans le nerf vestibulaire du côté opposé.

— P. Van Gehuchten constate, par la suite (1937), des fibres « centrifuges » en très grand nombre dans le tronc du VIII et localise leur origine dans une autre région. Il s'agit de fibres fines que l'on peut poursuivre intactes après section du nerf jusqu'au raphé médian. Dans trois cas de section du nerf vestibulaire chez le lapin, il aurait trouvé des cellules en chromolyse, formant un petit noyau près du raphé à la partie moyenne de la protubérance. Il pense pouvoir considérer ces cellules comme un « noyau d'origine des fibres centrifuges ».

— Enfin, G.-L. Rasmussen (1942-1946), reprenant les observations et les conclusions de Papez, étudie le pédoncule olivaire et met définitivement au point la question de l'origine de certaines fibres efférentes cochléaires : grâce à la méthode de coagulation limitée et à la technique de Marchi, il arrive à préciser très exactement le tracé de certaines fibres olivaires jusqu'au niveau de la cochlée; d'autre part,

par la méthode de chromatolyse après section des nerfs, il localise de façon certaine les cellules d'origine de ces fibres, dans la région de la partie supérieure de l'olive bulbaire hétéro-latérale, démontrant ainsi l'existence d'un *faisceau olivo-cochléaire efférent croisé.*

Trajet du faisceau olivo-cochléaire d'après G. L. Rasmussen.

Origines du faisceau olivo-cochléaire.

L'extrémité supérieure de l'olive bulbaire est formée de plusieurs noyaux ; noyau latéral (en forme de S), surmonté en avant de la préolive latérale (externe) et plus en dedans l'olive accessoire avec, en avant de cette dernière, la préolive interne. L'ensemble constituant la partie supérieure de l'olive bulbaire est aux confins du bulbe et de la protubérance. Pour la situer rapidement dans l'espace, disons que l'olive est à ce niveau en rapport, en arrière, avec la formation réticulaire qui la sépare des noyaux du plancher du quatrième ventricule (VI), en dedans avec le noyau du corps trapézoïde et le corps trapézoïde lui-même, et, plus ventralement, avec les faisceaux pyramidaux, en avant avec les fibres arciformes les plus inférieures, enfin latéralement avec la racine descendante du trijumeau qui la sépare de la zone des noyaux de la VIII^{e} paire crânienne.

Grâce à des électro-coagulations très localisées dans ces différents noyaux olivaires et dans les régions voisines, Rasmussen a pu déterminer des dégénérescences de fibres olivo-cochléaires croisées et préciser leur zone originelle. Celle-ci est située près du bord médian de l'olive accessoire, un peu dans le noyau pré-olivaire interne, enfin, très peu dans le noyau du corps trapézoïde.

L'étude de coupes de sujets normaux et l'expérimentation par la méthode de chromatolyse de Nissl (section du fais-

ceau olivo-cochléaire et étude de la chromatolyse des noyaux d'origine présumée) permet à Rasmussen de localiser plus nettement encore le point de départ des fibres efférentes cochléaires au sein de l'aire que les lésions par électro-coagulation lui avaient permis de définir. Il existe en effet, dans cette région, en plus des cellules olivaires classiques, des cellules multipolaires, plus petites que les autres. Poljak (1926) décrit déjà ce groupe cellulaire sur l'embryon de chat et les désigne comme *cellules rétro-olivaires*. Il observe déjà que leurs axones cheminent en direction dorsale dans le pédoncule olivaire, dans l'aire de départ des fibres efférentes olivo-cochléaires.

Quelques cellules de cette nature se trouvent mêlées au seul type de cellules habituellement rencontrées dans le reste de l'olive. Dans le noyau du corps trapézoïde, ces éléments sont mêlés également aux grandes cellules de ce noyau. Les préparations à l'argent montrent que les dendrites des cellules rétro-olivaires se propagent parmi les fibres voisines de l'olive accessoire et aussi parmi celles du corps trapézoïde et de son noyau. On sait que ces dernières fibres appartiennent à la voie auditive puisqu'elles proviennent du noyau acoustique antérieur. Grâce à ces connexions, ces petites cellules peuvent recevoir des impulsions auditives. Elles constituent donc, dans la région des noyaux olivaires, un groupe nucléaire fonctionnellement distinct.

Rasmussen réussit à sectionner le faisceau olivo-cochléaire près du genou du facial et obtient des figures de chromatolyse dans les seuls éléments rétro-olivaires, apportant ainsi une preuve de plus à l'hypothèse de leur rôle supposé déjà par les destructions localisées et les préparations de sujets normaux.

Le faisceau efférent olivo-cochléaire prend donc naissance dans une aire située en avant des formations réticulaires, en dedans de l'olive accessoire et en arrière du noyau du corps trapézoïde, à partir de petites cellules, dénommées « cellules rétro-olivaires ».

Portion non croisée du faisceau olivo-cochléaire.

De cette aire d'origine, les axones courent vers la région de la paroi du quatrième ventricule, où la plupart des auteurs, avant Papez, considéraient qu'ils se rendaient au noyau du VI. En réalité, Rasmussen a démontré, par les dégénérescences obtenues après coagulation de leur zone de départ, que la majorité de ces fibres correspond à la portion non croisée d'un faisceau olivo-cochléaire, destinée à l'oreille du côté opposé.

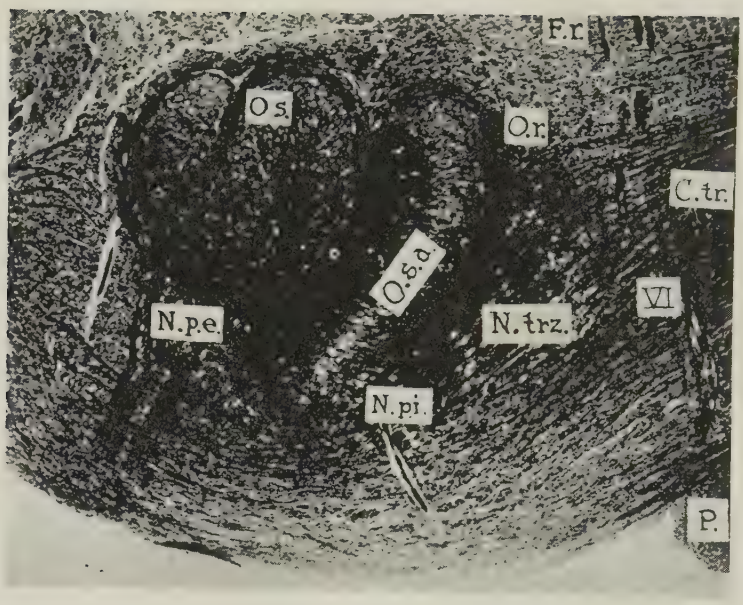
Ce faisceau se condense, s'insinue au-dessous du genou du facial, en arrière du noyau du VI et passe la ligne médiane.

Portion croisée du faisceau olivo-cochléaire.

Le faisceau olivo-cochléaire passe ensuite en arrière du noyau du VI opposé, puis s'étale pour traverser la racine du facial opposé et la strie acoustique dorsale, mais se regroupe immédiatement. Là, quelques fibres se terminent dans le noyau vestibulaire médian, le reste continue le long du bord postérieur de la racine descendante du V, il rejoint alors le bord interne de la racine du nerf vestibulaire. Il chemine ensuite entre le bord externe de la racine descendante du V, en dedans, et les fibres vestibulaires, en dehors.

Puis il est divisé en deux ou trois faisceaux par le passage transversal des fibres acoustiques constituant le corps trapézoïde latéral. Au niveau des origines apparentes du VIII, le faisceau chemine ensuite entre les portions supérieure et inférieure du nerf vestibulaire.

Cette portion croisée est bien connue des neuro-histologistes, puisque déjà Bischoff (1889) la mentionne mais est presque toujours mal interprétée et son origine reste erronée ou inconnue. Certains la considèrent comme constituée de fibres faciales (Bischoff [1889]); d'autres comme des fibres sensorielles ayant leur noyau dans le ganglion géniculé,



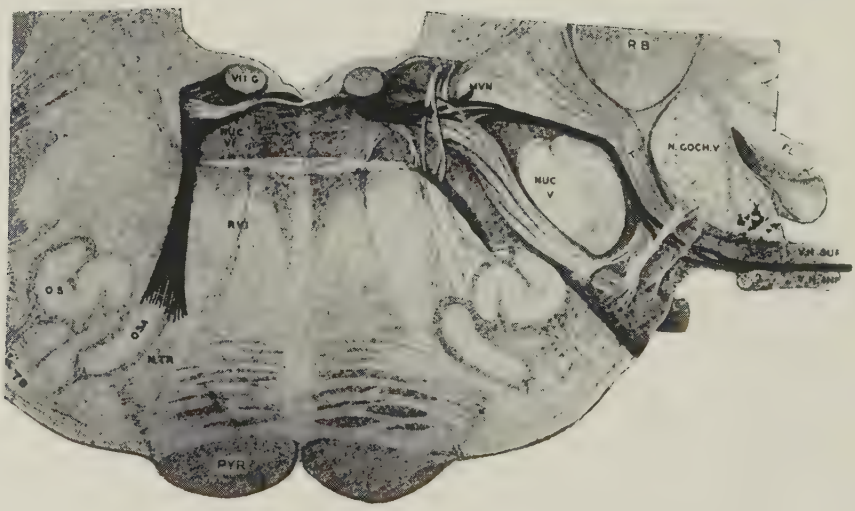


FIG. 1. — *Origine et trajet du faisceau olivo-cochléaire* (d'après G.L. RASMUSSEN).

Voir légende page suivante.

(Kimmel [1941]); d'autres encore comme des fibres efférentes appartenant au groupe du facial (Lorente de Nó [1933], Kohnstamm). Un groupe important d'auteurs pense qu'il s'agit de fibres vestibulaires : Wallenberg (1898), sur le pigeon; Degenello (1899), sur la grenouille; Cajal (1909), sur le mammifère; Kaplan (1913), sur le mammifère; Muskens (1914), Shaner (1934).

Si Leidler, ignorant son origine, émet l'hypothèse qu'il s'agit de fibres efférentes vestibulaires (1913), Papez, en 1930, en définit l'origine hétéro-latérale dans le pédoncule olivaire. Enfin, Rasmussen (1942), définit ce faisceau dans son origine et sa destinée comme une voie olivo-cochléaire efférente croisée.

Portion périphérique du faisceau olivo-cochléaire.

Rasmussen a pu obtenir des dégénérescences au-delà du bulbe, c'est-à-dire dans la portion périphérique du nerf vestibulaire.

La méthode de Marchi lui permet de constater que les fibres olivo-cochléaires cheminent ensuite dans le faisceau vestibulo-cochléaire décrit par Oort (1918).

Cette anastomose réunit le ganglion sacculaire (portion inférieure du ganglion de Scarpa) au nerf cochléaire et est

---

Légende de la fig. 1 de la page précédente.

En haut : Origines. — Coupe horizontale passant par le sommet de l'olive bulbaire, celle-ci est constituée à ce niveau par : le noyau latéral (O.S.) en forme de S, la pré-olive latérale (N.p.e.), l'olive accessoire (O.S. a.), la pré-olive interne (N.p.i.). En dedans de ce groupe se trouvent le noyau du corps trapézoïde (N. trz., le corps trapézoïde (C. tr.), le trajet intra-bulbaire des fibres du VI (VI) venant sortir du bulbe en dehors des pyramides (P.). En arrière, les formations réticulaires (F. r.). Dans la zone comprise entre O.S.a., N. trz., C. tr. et F.r., se trouvent les cellules rétro-olivaires (O.r.), origine du faisceau olivo-cochléaire efférent.

En bas : Trajet. — Schéma de la même coupe à un plus faible grossissement. En noir pur : le faisceau olivo-cochléaire efférent. Celui-ci prend naissance dans la région de l'olive et du noyau du corps trapézoïde (O.S.A., N. tr.), se dirige vers le 4e ventricule, passe en arrière du noyau du VI (Nuc. VI), en avant du genou du VII, dont on voit ici la section (VII G.), croise la ligne médiane, traverse la racine du VII opposé, envoie un rameau au noyau vestibulaire médian (M.V.N.), chemine entre la racine descendante du V (Nuc. V) et le nerf vestibulaire et sort du bulbe entre les deux portions de ce dernier (V.N. sup., V.N. inf.).

interprétée par les auteurs comme un faisceau cochléaire aberrant (Oort [1918], Kolmer [1923], Lorente de Nó [1926], Berggren [1932], etc.); seul Poliak (1927) le considère comme un faisceau vestibulaire, et pense qu'il contient des fibres sympathiques. Rasmussen, y trouvant, après électrocoagulation olivaire hétéro-latérale, des figures de dégénérescence, pense qu'il est constitué entièrement, ou partiellement, de fibres efférentes destinées à la cochlée, ce qui lui permet ainsi de définir la terminaison cochléaire de fibres d'origine olivaire hétéro-latérale.

Grâce à la méthode de dissection après séparation par action de l'acide osmique, il étudie l'anastomose de Oort. Celle-ci accompagne les vaisseaux sanguins, puis s'enfonce entre la portion du nerf cochléaire destinée au premier tour de spire et le reste du nerf, perpendiculairement à la direction des fibres sensorielles. Les terminaisons des branches de ce faisceau ne peuvent être précisées au-delà. Rasmussen dissèque également l'anastomose cochléo-sacculaire de Hardy et suppose, sur les rapports anatomiques qu'elle contracte avec celle de Oort, qu'elle pourrait bien être constituée également par des fibres efférentes de même origine se rendant à la macule sacculaire.

En somme, Rasmussen est le premier auteur ayant décrit, depuis ses origines jusqu'au nerf cochléaire, un faisceau qu'il suppose efférent.

Ce faisceau olivo-cochléaire prend naissance dans une portion du complexe de l'olive bulbaire, puis croise la ligne médiane près du genou du nerf facial, rejoint le nerf vestibulaire du côté opposé, et gagne la cochlée par l'anastomose vestibulo-cochléaire de Oort.

INVESTIGATIONS PERSONNELLES

Grâce à la technique de fixation et d'imprégnation à l'argent réduit de A. Weber, il nous fut possible de dresser un schéma topographique et d'analyser les terminaisons ultimes d'un système nerveux cochléaire spécial dont la nature efférente est certaine pour de nombreuses raisons exposées plus loin. L'examen de nos coupes sériées montre que ce système de fibres prend son origine radiculaire dans le nerf vestibulaire entre les deux portions supérieure et inférieure de celui-ci, et gagne la cochlée par le faisceau de Oort. Cette similitude de description radiculaire avec celle de Rasmussen permet de penser qu'il s'agit bien des mêmes fibres dont Rasmussen a découvert l'origine et dont nous précisons maintenant les terminaisons.

MOYENS D'ETUDES

L'histologie des appareils nerveux contenus dans le rocher est extrêmement délicate, car la fragilité des terminaisons nerveuses et des structures épithéliales de l'oreille interne, la topographie de ces dernières sous la dépendance de l'équilibre hydrodynamique endolabyrinthique, nécessite une fixation vitale, tandis que l'épaisseur et la densité de l'os qui entourent ces formations demandent des méthodes de décalcification efficaces sans pour cela qu'elles soient destructrices pour les épithéliums sensoriels si fragiles. Il est donc préférable, chaque fois que faire se peut, d'employer des animaux jeunes dont la calcification est encore peu importante, ou

mieux des embryons, puisque l'on sait que le système nerveux y est déjà bien développé, alors que l'ossification n'est pas encore amorcée pour la plupart des os.

Techniques histologiques.

Ce n'est pas le lieu de décrire ici les détails de technique que l'on peut trouver dans les travaux spéciaux. Il est cependant nécessaire de rapporter les grandes lignes des méthodes spécialement utilisées; celles-ci comportent : des techniques de fixation et d'imprégnation du système nerveux, et des techniques ordinaires pour l'étude de la topographie :

1° Technique de fixation et d'imprégnation à l'argent réduit (A. Weber).

Fixation. — Le fixateur utilisé est celui de Weber (S. W. 24) :

A. Dioxane	50 cm³
Alcool isopropylique	25 cm³
Formol commercial	15 cm³
Acide formique	2 cm³
Hydrate de chloral	10 cm³
Nitrate de cobalt	1 g.
B. Eau salée physiologique.	

Le fixateur est constitué tout d'abord par un mélange de A et B par parties égales, en y ajoutant 5 % d'acide acétique glacial.

Cette fixation est entreprise :

soit le plus rapidement possible après l'avortement lorsqu'il s'agit d'embryon humain, choisissant parmi ceux-ci ceux qui n'ont pas souffert;

soit vitale par césarienne et mise en flacon de fixation très rapide des extrémités céphaliques des embryons ou des fœtus d'animaux;

soit par perfusion intracardiaque du fixateur sous narcose, s'il s'agit d'animaux jeunes ou adultes, d'après la méthode suivante :

— anesthésie au dial ou au chloral intrapéritonéal;

— ouverture du thorax par volet sternocostal;

— mise en place dans le ventricule gauche d'une aiguille et ouverture du cœur droit pour faire couler le sang veineux tandis que l'on effectue un lavage des vaisseaux au sérum physiologique à 37°, à pression égale à la pression artérielle, lavage introduit par l'aiguille implantée dans le

cœur gauche et suivi instantanément de l'injection lente du liquide fixateur S. W. 24. Une bonne fixation des terminaisons nerveuses nécessite un fixateur très froid mis préalablement au frigidaire;

— prélèvement des rochers et mise en flacon de fixateur.

Les pièces séjournent dans ce liquide durant douze à dix-huit heures à la glacière. Quelques secondes sous la cloche à vide sont nécessaires pour bien faire pénétrer la dilution à l'intérieur des cavités auriculaires.

Dès le deuxième jour, on remplace le fixateur dilué par le fixateur non dilué (liquide A), additionné de 5 % d'acide acétique glacial durant huit jours dans l'étuve à 55°.

Lavage pour entraîner les lipides. — Plonger la pièce dans :

Dioxane	50 cm³
Alcool isopropylique	25 cm³
Eau distillée	50 cm³

A l'étuve de 55° pendant six à douze heures en changeant le liquide une ou deux fois, puis encore à l'étuve à 55° dans :

Dioxane	50 cm³
Alcool isopropylique	25 cm³

Pendant quatre à six heures en changeant une ou deux fois le liquide jusqu'à ce que, mélangé d'eau, il ne prenne plus une teinte laiteuse (disparition des lipides).

Décalcification. — Ce dernier liquide est remplacé progressivement par le mélange :

Eau distillée	100 cm³
Acide nitrique concentré	4 cm³
Formol commercial	5 cm³

Les pièces y séjournent suivant les nécessités de quelques heures à deux ou trois jours, on lave ensuite pendant au moins une heure dans de l'eau distillée renouvelée.

Dilatation des interstices microcapillaires des neurofibrilles. — Plonger les objets qui sortent de l'eau distillée dans :

Triéthanolamine	2 cm³
Pyridine	8 cm³
Formol commercial	2 cm³
Solution de soude caustique à 25 %	2 gouttes
Eau distillée	100 cm³

Les pièces restent dans ce liquide pendant vingt-quatre à quarante-huit heures, puis lavage à l'eau distillée.

Pré-imprégnation. — Placer les pièces dans une solution de nitrate d'argent à l'eau distillée à 1 % pendant vingt-quatre à quarante-huit heures à la température du laboratoire. Lavage à l'eau distillée.

Imprégnation. — Les pièces doivent séjourner vingt-quatre à quarante-huit heures dans un liquide préparé de la façon suivante : à 5 cm³ de nitrate d'argent à 10 % dans l'eau distillée, ajouter assez de gouttes d'ammoniaque concentré pour dissoudre le précipité et obtenir un liquide clair. Ajouter à ce moment 5 gouttes de solution aqueuse de soude caustique à 5 %. Dissoudre le nouveau précipité avec de l'ammoniaque ajoutée goutte à goutte. Compléter à 50 ou 100 cm³ avec de l'eau distillée.

Lavage dans l'eau distillée.

Réduction. — Préparer le liquide suivant : tiédir à 40° ou 50° 5 cm³ d'eau distillée avec 5 cm³ de formol commercial, y dissoudre :

Hydroquinone	2 g.
Citrate de soude	1 g.

Refroidir la solution à la température du laboratoire, les pièces y séjourneront vingt-quatre heures.

Lavage à l'eau ordinaire.

Les pièces passent alors dans la série des alcools progressivement renforcés jusqu'à l'absolu, puis sont incluses dans la celloïdine, ce qui diminue le plus souvent la qualité de la coloration argentique et ne permet pas toujours des coupes parfaitement sériées et fines, aussi chaque fois qu'il est possible, c'est-à-dire lorsque les pièces ne sont pas trop ossifiées, il est préférable d'utiliser l'inclusion à la paraffine, qui permettra de pratiquer des coupes parfaitement sériées de 10 microns et même 5 microns s'il est nécessaire.

2° Colorations banales.

Après avoir fixé les pièces au formol à 10 %, au fixateur de Weber..., certaines d'entre elles sont l'objet d'inclusion à la celloïdine ou à la paraffine, de coupes sériées ou demi-sériées, puis de colorations banales dans un but de contrôle surtout topographique :

— hématéine-éosine;
— hématéine picro-ponceau.
— Morel et Bassal.

Techniques expérimentales.

1° Préparation de pièces par dissection microscopique.

Après avoir tué l'animal (cobaye) et fixé ses rochers par perfusion intracardiaque de fixateur S. W. 24, l'on a disséqué sous microscope binoculaire des éléments anatomiques de l'oreille interne : cochlée dans son ensemble, fragment de

canal cochléaire et de lames basilaires, portion de l'appareil vestibulaire dégagé à l'aide d'une instrumentation spéciale excessivement fine.

2° Soumission d'animaux à des bruits violents.

Afin d'obtenir des dégénérescences électives sur les seuls éléments sensoriels auditifs, épithéliaux et nerveux, 18 animaux (cobayes) furent soumis à des bruits continus et violents (moteurs à réaction dégageant de 127 à 137 phones sur un spectre sonore dont la dominante est située autour de 3.000 et 4.000 cycles-seconde) 2 heures, 24 heures, 50 heures, 100 heures, 200 heures, 400 heures, 1.000 heures. Dans les vingt-quatre heures qui suivirent l'exposition au bruit, les oreilles de ces animaux furent fixées par perfusion intracardiaque sous narcose et préparées pour une oreille suivant les techniques banales, et pour l'autre oreille suivant la technique spéciale de A. Weber.

3° Sections nerveuses.

Afin d'obtenir des figures de dégénérescence wallérienne et de contrôler ainsi les systématisations que suggèrent les colorations, des sections nerveuses furent effectuées sur de jeunes cobayes (de petits animaux sont choisis afin de faciliter la technique et permettre des coupes sériées totales) :

— section de la VIII[e] paire crânienne dans la fosse cérébelleuse;
— anesthésie au dial ou au chloral intrapéritonéal;
— épilation de la région rétro et sus-auriculaire au sulfure de baryum;
— incision des plans cutanés sus et rétro-auriculaires;
— incision des plans aponévrotiques et musculaires, désinsertion à la rugine des muscles de la nuque et de la région temporale;
— trépanation à la fraise électrique du crâne à 1 millimètre en dedans du conduit auditif externe et immé-

diatement en avant de la ligne d'insertion occipitale, et ablation d'un volet crânien qui met à nu le cervelet;
— sous microscope binoculaire, soulèvement de l'hémisphère cérébelleux en dedans, faisant apparaître le paquet vasculo-nerveux du conduit auditif interne;
— section des nerfs;
— lavage-aspiration au sérum physiologique, sulfamides;
— sutures des plans aponévrotiques musculaires et cutanés;
— pansement au collodion;

Six, huit ou douze jours après l'intervention, on prépare les rochers de ces animaux après fixation par perfusion intracardiaque sous narcose puis coloration spéciale. Sur une quinzaine d'opérés, seuls deux d'entre eux, soit quatre rochers, purent être retenus seulement comme bon matériel d'études, l'un fixé six jours après l'opération, l'autre dix jours après. Ce pourcentage montre l'extrême difficulté de cette technique chez de si petits sujets, à laquelle s'ajoutent les aléas de la technique histologique.

L'ensemble du matériel utilisable comprend : 3 rats blancs, 2 hamsters, 28 cobayes (3 embryons et fœtus, 5 animaux jeunes et 2 adultes), 3 jeunes chats, 5 humains (embryons et fœtus). Soit au total 86 rochers débités en coupes sériées ou demi-sériées, qui furent examinées pour la topographie au faible grossissement, pour la différenciation des éléments nerveux à l'objectif à immersion et pour quelques cas d'identification difficile au microscope polarisant.

LE SYSTEME NERVEUX EFFERENT COCHLEAIRE : PORTION PERIPHERIQUE

Il existe dans l'appareil nerveux de l'oreille interne plusieurs sortes de fibres : après leur imprégnation, suivant la technique mentionnée plus haut, les fibres cochléaires sont

de calibre moyen et de couleur brun foncé; les fibres vestibulaires sont, dans l'ensemble, un peu plus épaisses et légèrement plus claires que les précédentes. On rencontre également des fibres extrêmement fines, très claires, se terminant sur la paroi des vaisseaux, appartenant au système postganglionnaire ortho-sympathique; enfin, l'on peut suivre des fibres assez fines régulières, brun clair, parfois jaunes, moins colorées que les fibres sensorielles, mais plus que les fibres ortho-sympathiques, sauf au niveau de leurs extrémités, toujours groupées en faisceaux où elles sont particulièrement serrées les unes contre les autres et où les noyaux schwanniens sont en très grand nombre. Cet aspect morphologique très spécial, que l'on retrouve sur toutes les pièces examinées, quel que soit l'âge et l'espèce, nous a permis de faire une étude topographique relativement aisée de ces faisceaux dont la nature efférente est certaine pour des raisons que nous exposerons plus loin.

Portion radiculaire.

Au niveau de la portion radiculaire de la VIII[e] paire, ces fibres sont groupées en un faisceau assez volumineux. Certaines préparations montrent l'origine apparente de ce faisceau, au moment où il émerge de la surface du bulbe rachidien et traverse la pie-mère entre la veine vestibulaire et celle de l'intermédiaire de Wrisberg.

Très rapidement, cet ensemble compact de fibres nerveuses minces s'insinue entre les deux portions supérieure et inférieure du nerf vestibulaire. Il chemine ensuite en arrière de la portion inférieure de ce dernier, puis longe la paroi postérieure de la zone sacculaire du ganglion de Scarpa qui le sépare du nerf cochléaire plus antérieur; quelques-unes de ces fibres peuvent se grouper en petits faisceaux qui traversent de part en part la masse du ganglion vestibulaire; au niveau de ce ganglion, le faisceau ne contracte absolument aucun relais; rejoignant le trajet des gros vais-

seaux de la columelle, il contourne l'extrémité externe du ganglion sacculaire pour adopter une direction oblique, en

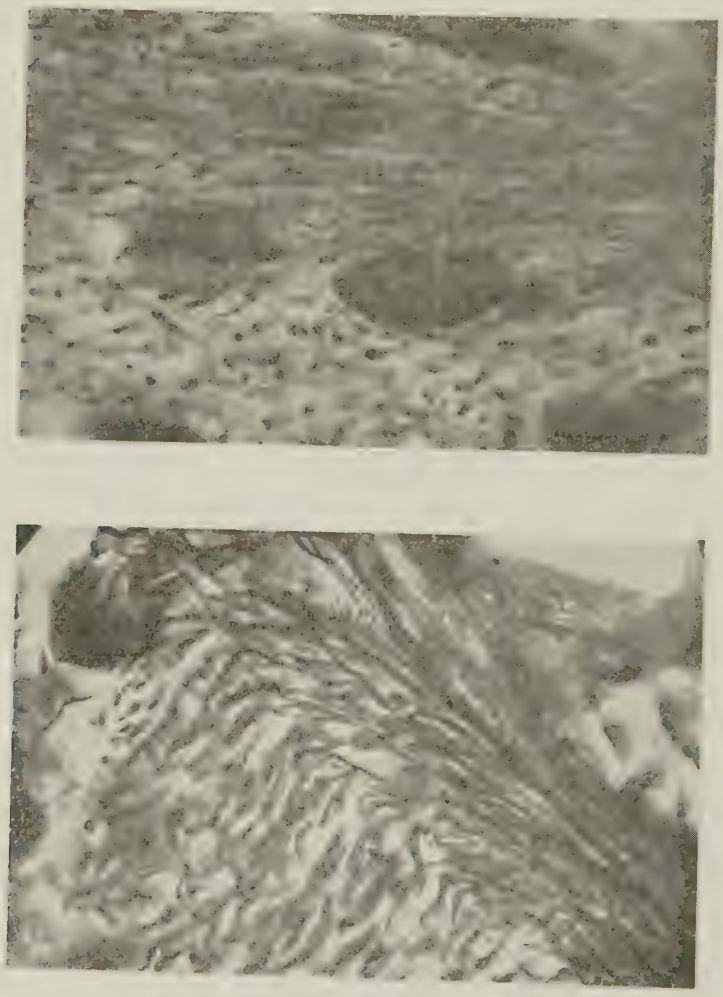


FIG. 2. — *Passage des fibres efférentes cochléaires au niveau du ganglion de Scarpa.*

En haut : Fibres efférentes fines et serrées (en haut sur le cliché) contrastant avec les fibres vestibulaires épaisses et espacées (en bas sur le cliché). On aperçoit deux noyaux de cellules du ganglion. Cobaye adulte (microphoto. Ocu. comp., obj. im., apochro. Leitz).

En bas : Fibres efférentes fines, obliques à droite, fibres vestibulaires, épaisses, obliques à gauche. Cobaye adulte. (Microphoto. Ocu. comp., obj. im., apochro. Leitz.)

avant, en dehors et en haut, croisant ainsi la face inféro-externe du nerf cochléaire, auquel il s'accole sans s'y intégrer. Cette situation permet donc de penser que ce faisceau correspond à l'anastomose vestibulo-cochléaire décrite par H. Oort (1918), qui, d'après nos coupes, est entièrement constituée par les fibres efférentes.

Ce faisceau nerveux n'est à aucun moment grossi par un contingent de fibres provenant de l'intermédiaire de Wrisberg.

D'abord myélinisé, il change d'aspect histologique au moment où il rejoint le nerf cochléaire et pénètre dans la columelle. Les fibres émettent alors de nombreuses collatérales très fines qui les acompagnent ensuite en prenant une direction parallèle; les noyaux des cellules de Schwann deviennent beaucoup plus nombreux, les fibres ont souvent alors des calibres variables d'un point à l'autre de leur trajet, et la gaine de myéline n'est plus apparente.

La topographie radiculaire de ce faisceau est donc similaire à celle qu'observe Rasmussen pour les fibres dégénérées après électro-coagulation de certaines régions olivaires hétéro-latérales.

La disparition de la gaine de myéline, lorsque le nerf atteint la cochlée, permet également d'expliquer pourquoi cet auteur n'a pu obtenir, avec la technique de Marchi, des dégénérescences révélatrices de la topographie au-delà de cette limite. Quoi qu'il en soit, la similitude des conclusions que permettent deux méthodes aussi différentes que celle de Marchi après dégénérescence, et celle de Weber, est une preuve de la véracité des résultats proposés.

Par ailleurs, un contingent important de ces fibres (observées chez le cobaye) se détache du faisceau au sein du ganglion de Scarpa, se dirige en arrière et en dehors, pour accompagner la portion postéro-supérieure du nerf vestibulaire et gagner le segment postérieur de la macule sacculaire, où nous n'avons pu trouver leurs terminaisons. Rasmussen

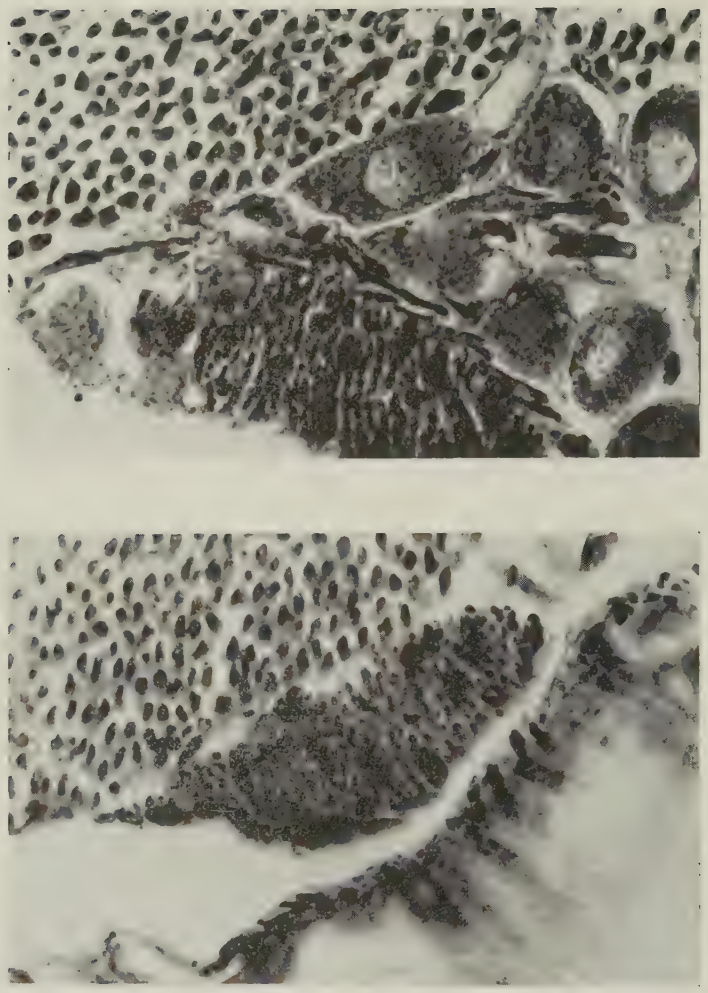


FIG. 3. — *Le contingent efférent rejoint le nerf cochléaire.*

En haut : Un contingent efférent (en bas sur ce cliché) va rejoindre le nerf cochléaire (en haut et à gauche sur le cliché), dont il n'est plus séparé que par l'extrémité la plus externe de la portion sacculaire du ganglion de Scarpa (à droite sur le cliché). Les fibres efférentes sont plus tassées que dans le ganglion de Scarpa et commencent à présenter de nombreux noyaux schwanniens. Elles sont également plus fines que les cochléaires (en haut, à gauche) et que les fibres vestibulaires (à droite, entre les cellules).

En bas : Le même contingent, quelques coupes plus loin, s'est accolé au nerf cochléaire (en haut, à gauche) en suivant les vaisseaux cochléaires (en bas, à droite). Cobaye adulte. (Microphoto. Ocu. comp., obj. im., apochro. Leitz.)

avait supposé l'existence d'un contingent efférent cochléaire se rendant au saccule; mais au lieu d'envisager son trajet dans la portion postérieure du nerf vestibulaire, comme nous l'avons vu, il pensait que ces fibres pouvaient cheminer dans l'anastomose cochléo-sacculaire décrite par HARDY. Des recherches ultérieures sont encore nécessaires pour préciser l'existence, le trajet et les terminaisons d'une telle collatérale.

PORTION COCHLÉAIRE.

Dès qu'il quitte le ganglion sacculaire, le faisceau accolé à la face inférieure du nerf cochléaire suit les vaisseaux cochléaires et donne trois ou quatre petites branches qui se dirigent vers la première portion de la spire basale jusqu'au niveau de la région de la fenêtre ronde. Ces fibres traversent le ganglion spiral de Corti : elles se glissent entre les cellules en restant groupées, et accompagnées de leurs cellules lemmoblastiques; il y a plusieurs petits rameaux nerveux dans la partie médiane du canal de Rosenthal, mais ils convergent, en traversant le ganglion de Corti, pour se retrouver réunis au bord externe du canal; puis à cet endroit, adoptant une direction antérieure, perpendiculaire à leur première orientation, les fibres en question forment le début des faisceaux du ganglion de Corti : situés en dehors du ganglion par rapport à l'axe de la columelle, ces faisceaux adoptent un trajet spiral, perpendiculairement à la direction radiaire des fibres sensorielles; ils s'enroulent dans cette situation le long du premier tour de spire.

Le gros de ce nerf efférent tourne simultanément autour de la face inféro-externe du nerf cochléaire, s'insinuant entre les fibres sensorielles situées au-dessous et destinées au début du premier tour de spire, et le reste du nerf cochléaire situé au-dessus et correspondant à la fin du premier tour ainsi qu'aux deuxième et troisième tours de spire. Il se divise en trois troncs nerveux, qui, par une direction radiaire rejoignent le ganglion de Corti; le premier,

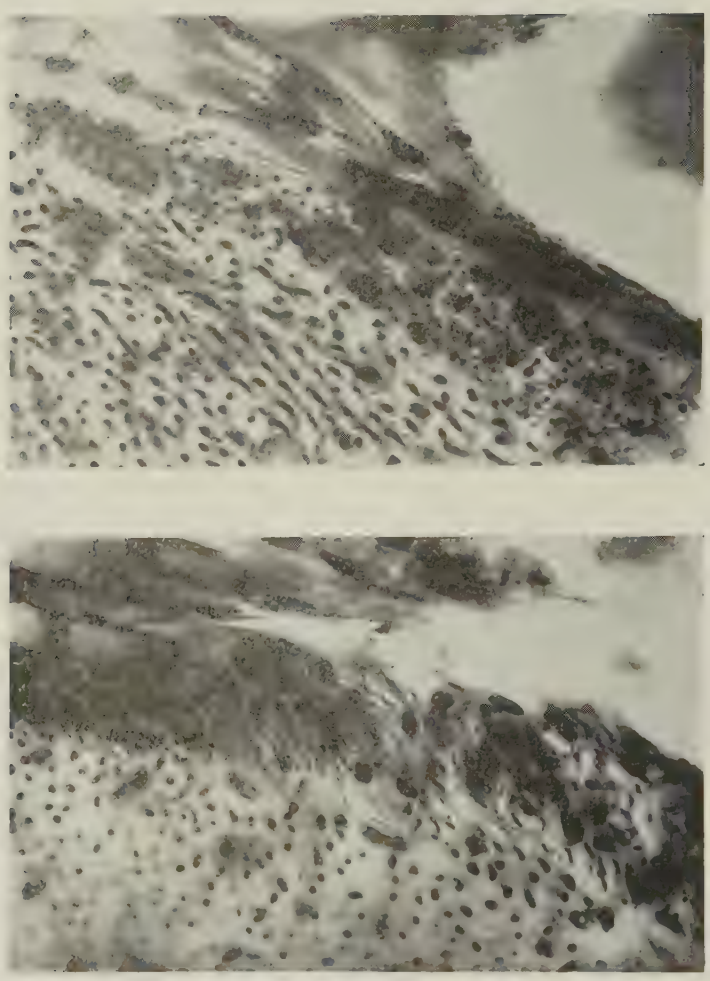


FIG. 4. — *Les fibres efférentes s'enroulent autour du nerf cochléaire pour atteindre le ganglion spiral de Corti.*

En haut : Coupe transversale.

En bas : Coupe oblique des fibres efférentes. Celles-ci sont plus fines que dans les précédents clichés et présentent maintenant de nombreux noyaux schwanniens adoptant ainsi leur morphologie périphérique. Elles constrastent avec les fibres cochléaires épaisses, espacées, à gaine large (en bas sur les clichés). Cobaye adulte. (Microphoto. Ocu. comp., obj. im., apochro. Leitz.)

à l'union du premier et du deuxième quadrant de la spire basale; le second, dans le milieu du deuxième quadrant (quadrant antérieur), et le troisième, environ au milieu du troisième quadrant (quadrant supérieur de la même spire). Puis ils traversent le ganglion de Corti sans relais et viennent grossir, en devenant perpendiculaires à leur direction primitive, le faisceau spiral dont on a vu la naissance aux dépens des premières branches efférentes. De telle sorte qu'avant la fin du premier tour de spire, toutes les fibres fines que nous suivons sont situées en dehors du ganglion, s'enroulant dans la direction de l'hélicotréma.

Dès cette spire basale, le faisceau spiral se subdivise, car il donne sur sa convexité (côté externe) des fibres isolées ou par petits groupes, qui, se mêlant pour un court instant aux dendrites sensoriels, radiaires, puis reprenant leur direction spirale, vont constituer un second faisceau spiral parallèle au premier et plus externe chez le chat, au-dessus ou au-dessous du premier chez le cobaye, le rat et l'homme.

De la même façon se forme un troisième faisceau, puis un quatrième; ces deux derniers sont composés de fibres plus ténues ayant abandonné des collatérales et plus près de leur fin, en nombre plus réduit et situées perpendiculairement contre les dendrites sensoriels, dans la lame spirale osseuse, tout près des foramina nervina et du plexus spiral interne de l'organe de Corti. La section de ces derniers faisceaux n'est plus ovalaire, mais très étalée, réalisant un véritable tapis au-dessus des fibres sensorielles.

Une disposition similaire se rencontre le long des autres tours de spire jusqu'à l'hélicotréma. Cependant, à mesure que l'on se rapproche de la région apicale, les faisceaux sont de plus en plus petits. Au niveau du sommet, les dernières fibres efférentes se mêlent aux dendrites sensoriels dont elles prennent la direction. La section de ces faisceaux spiraux est d'autant plus petite que l'on se rapproche du sommet de la cochlée. Atteignant leur maximum d'épaisseur avant la fin du premier tour de spire, au niveau du quadrant

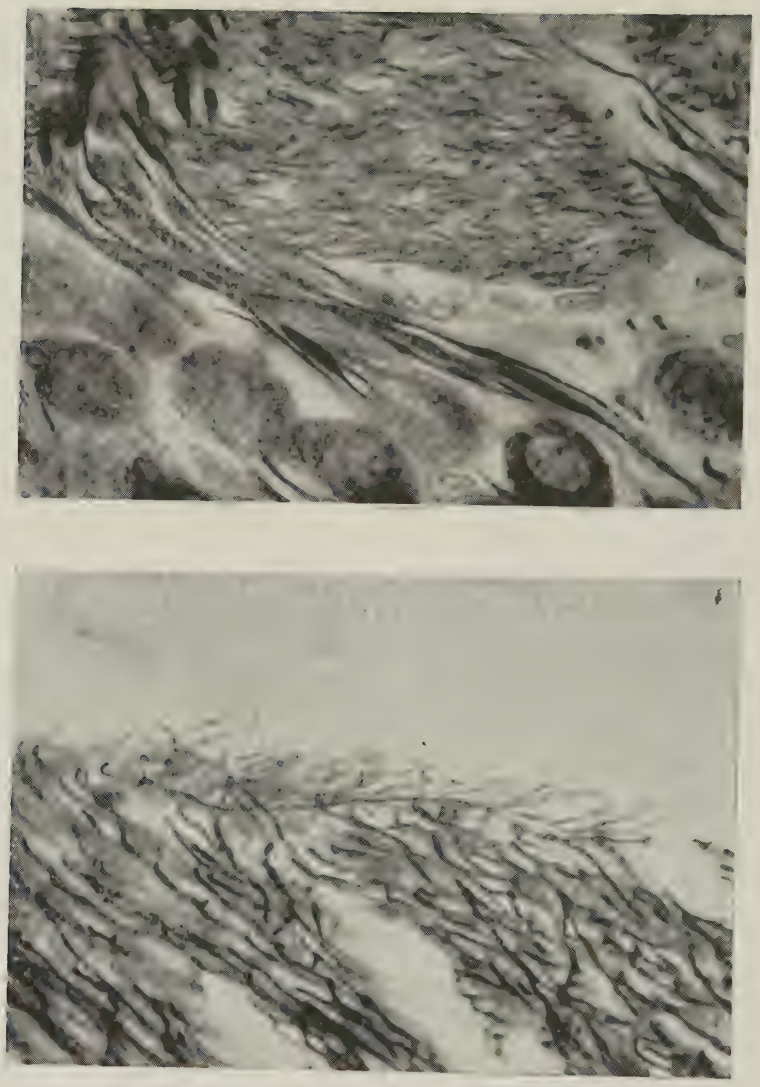


FIG. 5. — *Faisceaux spiraux efférents.*

En haut : Faisceau spiral dans le canal de Rosenthal (fibres claires, jaunes, fines, serrées, nombreux noyaux schwanniens) perpendiculaires aux dendrites auditifs, noirs, épais, espacés ; dans la partie inférieure du cliché : noyaux du ganglion de Corti. Cobaye adulte : fin du premier tour de spire (microphoto., ocu. comp., obj. im., apochro. Leitz).

En bas : Troisième faisceau spiral près des foramina nervina : fibres efférentes claires, fines, serrées, formant un véritable lit perpendiculaire aux dendrites sensoriels, noirs, épais et espacés. Jeune chat. (Microphoto. Ocu. comp., obj. im., apochro Leitz.)

du deuxième tour, leur section est réduite à un tiers environ de ce qu'elle était au départ; enfin, près de l'hélicotréma, ce ne sont plus que quelques fibres mêlées aux éléments sensoriels.

Les faisceaux spiraux externes du ganglion de Corti sont bien connus des anatomistes et des histologistes; déjà, A. Boettcher et Kolliker les avaient décrits à la fin du siècle dernier, puis S. R. y Cajal, G. Retzius et H. Held leur donnaient une signification essentiellement sensorielle, admettant que certains dendrites des cellules du ganglion de Corti, à direction d'abord radiaire, devenaient ensuite spiraux, puis reprenaient une orientation radiaire pour aboutir enfin à un organe de Corti qui n'était pas sur le même rayon que les cellules correspondantes du ganglion. De nombreuses fibres adoptant ce trajet, aux différents étages, constituaient ainsi, grâce à leur segment spiral, les faisceaux spiraux du ganglion de Corti.

Plus tard, R. Lorente de No observe que si la majorité des fibres de ce faisceau correspond à des fibres sensorielles, il existe parmi elles des fibres spirales d'origine et de destination inconnues qui ne proviennent pas des cellules du ganglion.

Le présent travail montre aujourd'hui qu'il existe de rares dendrites sensoriels se mêlant aux faisceaux spiraux suivant le schéma de S.R. y Cajal, et que la très grande majorité (plus de 98 %) des fibres de ce faisceau est constituée par les fibres spéciales que l'on peut suivre depuis leur origine bulbaire et qui n'ont absolument rien de commun avec le ganglion spiral de Corti, au niveau duquel nous n'avons jamais vu une fibre du contingent « efférent » faire relais.

Nos observations ne concordent pas avec les récentes conclusions de M. Livan et M. Del Bo (1951), qui ont décrit exactement, au même niveau que les deuxième, troisième et quatrième faisceaux spiraux observés sur nos coupes grâce à la technique de A. Weber, des plexus intitulés par

ces auteurs « plexus paramarginal » et « marginal » dépendant, en grande partie, des dendrites sensoriels. De même, nous ne sommes pas de l'avis de Bocca (1952), qui affirme que les faisceaux spiraux sont sensoriels, et, reprenant une

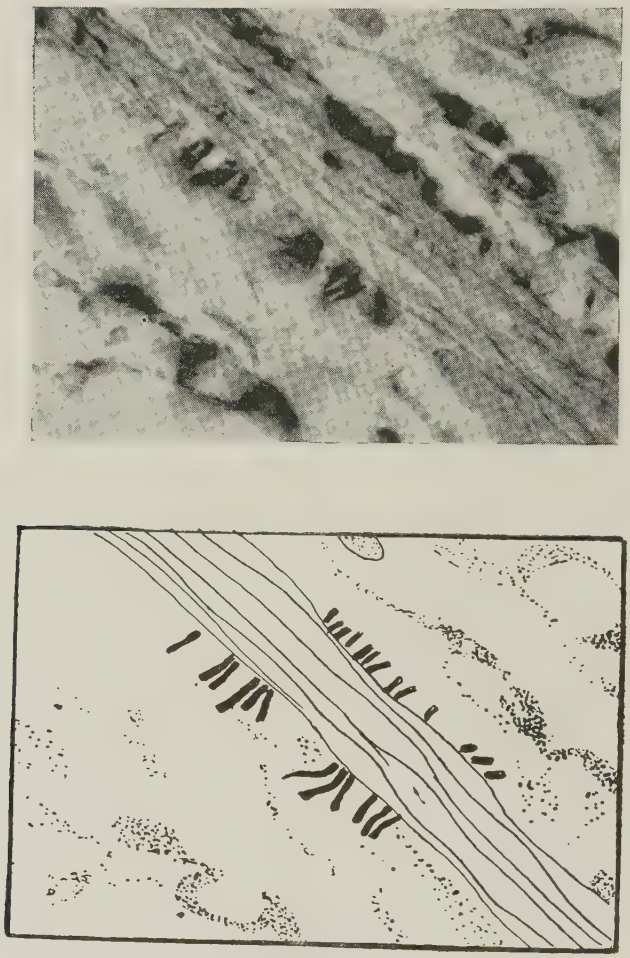


Fig. 6. — *Coupe tangentielle du faisceau spiral (embryon de cobaye de 26 millimètres vertex-coccyx).*

Coupe de la cochlée entre ganglion et organe de Corti, perpendiculaire aux dendrites sensoriels (noirs et épais) et tangente au faisceau spiral efférent (fibres jaunes, claires et fines), qui apparaît longitudinalement. (Microphoto. Ocu. comp., obj. im., apochro. Leitz.)

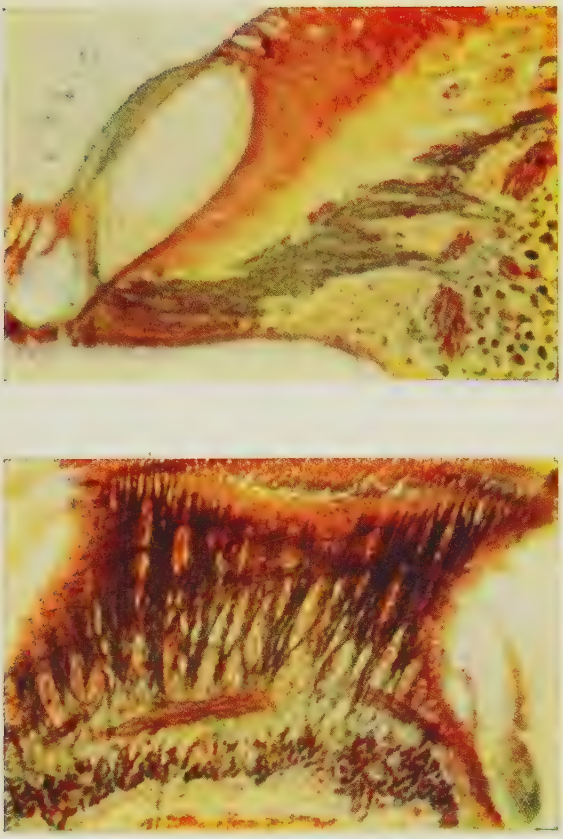


Planche I.

En haut. — Coupe transversale de la fin du premier tour de spire. A gauche, l'organe de Corti ; à droite, le ganglion spiral ; on note la couleur brun rouge des faisceaux spiraux efférents contrastant avec la couleur noire des dendrites sensoriels (jeune chat).

En bas. — Coupe tangentielle du premier tour de spire. Faisceau spiral brun rouge constrastant avec les dendrites sensoriels noirs (jeune chat).

hypothèse physiologique développée en particulier par Kobrak (1949), pense qu'elles sont spécialisées dans la perception de la sensation « spatiale » du son. On verra plus loin comment il nous est également possible de penser qu'elles interviennent dans la représentation spatiale du son, bien que nous affirmions qu'elles ne sont pas sensorielles.

Terminaison des fibres.

A chaque étage des différents tours de spire, des fibres ou collatérales se détachent des faisceaux spiraux, deviennent

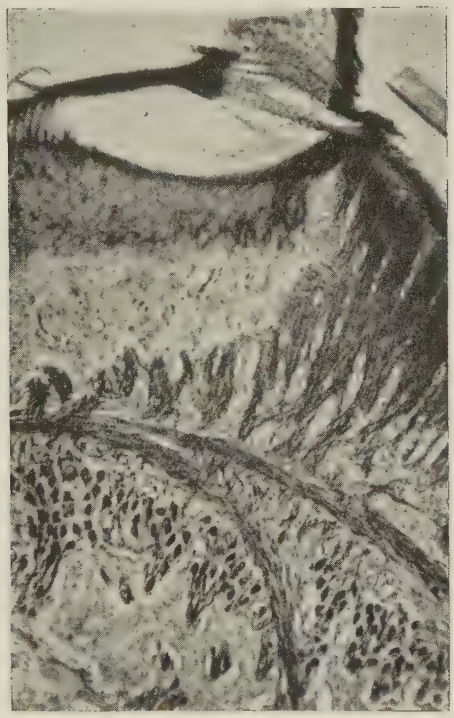


Fig. 7. — *Coupe perpendiculaire à l'axe de la columelle d'un jeune chat.*
De bas en haut :
— ganglion de Corti ;
— faisceaux spiraux ;
— dendrites sensoriels perpendiculaires aux précédents (on entrevoit un deuxième et un troisième faisceau spiral au niveau de ces fibres) ;
— organe de Corti.
(Microphoto. Ocu. comp., obj. faible gros., apochro. Leitz.)

radiaires et se mêlent aux fibres sensorielles, aboutissent avec elles aux organes de Corti, au niveau du plexus spiral interne, où elles reprennent une direction spirale apicale sur une certaine longueur, pour prendre fin ensuite autour des cellules internes. Ce segment spiral de leur parcours correspond, en partie, au faisceau situé sous les cellules internes de l'organe de Corti entrevu par G. Retzius, puis mieux décrit par H. Held et S. L. Poliak, enfin affirmé par R. Lorente de No, mais que ces auteurs interprétaient comme formé surtout de fibres sensorielles.

Aucune de ces fibres ne semble rejoindre la région de la stria vascularis. Certaines d'entre elles pénètrent dans le tunnel pour contribuer à former le faisceau spiral médian du tunnel bien observé par Held et Lorente de No et d'où se

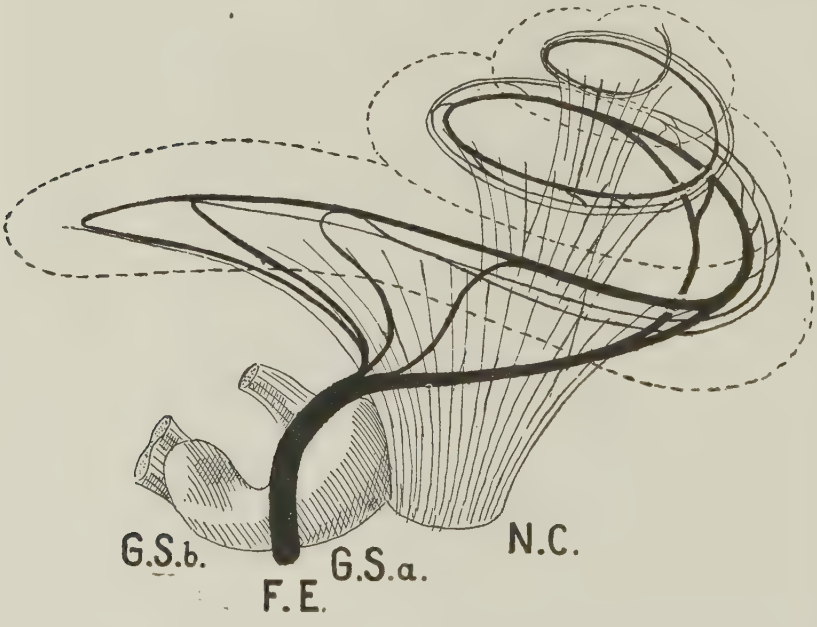


Fig. 8 — *Schéma général du système nerveux efférent cochléaire.*

N.C. = Nerf cochléaire ;
F.E. = Faisceau efférent ;
G.S.a. = Ganglion de Scarpa : portion antéro-inférieure (surtout sacculaire) ;
G.S.b. = Ganglion de Scarpa : portion postéro-supérieure (surtout utriculo-ampullaire).

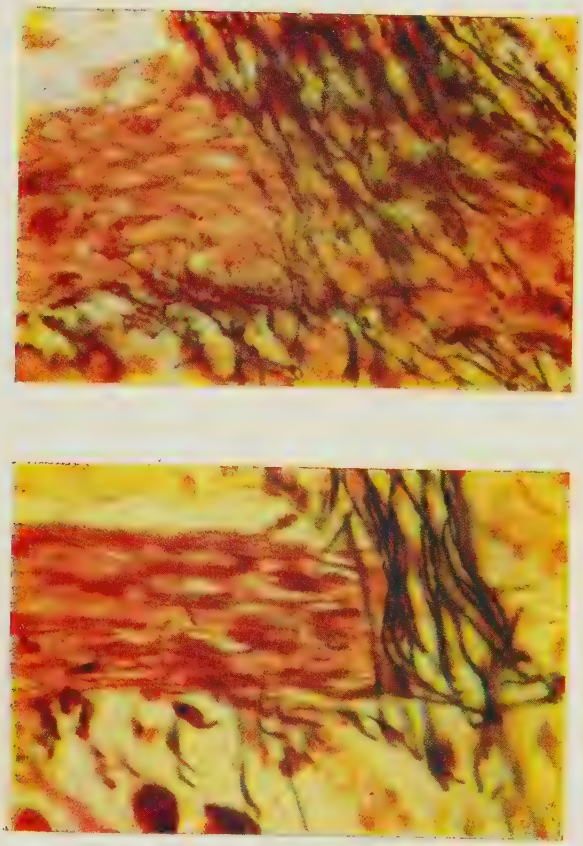


Planche II.

En haut. — *Embryon humain :* Faisceau spiral efférent brun rouge transversal sur le cliché. Dendrites sensoriels noirs perpendiculaires au précédent.
(Microphoto-Kodachrome. Ocu. Comp. 8, obj. im. apochro. Leitz.)

En bas. — *Jeune chat :* faisceau spiral efférent brun rouge transversal sur le cliché. Dendrites sensoriels noirs perpendiculaires au précédent.
(Microphoto-Kodachrome. Ocu. Comp. 8, obj. im. apochro. Leitz.)

détachent des fibres pour les cellules sensorielles internes. Il est très rare de voir des fibres fines traverser le tunnel pour aller se terminer dans les plexus spiraux externes, le long des cellules sensorielles externes.

L'essentiel de la topographie de ces faisceaux efférents fut publié en novembre-décembre 1951 (M. Portmann, Cl. Portmann).

Simultanément, Fernandez (déc. 1951) étudia les terminaisons nerveuses cochléaires. Cet auteur déduisit des travaux antérieurs l'existence d'un système nerveux spiral efférent.

En effet, Rasmussen avait démontré qu'il existait des fibres supposées efférentes olivo-cochléaires croisées, dont il put décrire la portion périphérique jusqu'à l'anastomose de Oort; celle-ci, perpendiculaire aux fibres du nerf cochléaire, amorçait le faisceau spiral du ganglion de Corti. Par ailleurs, Lorente de No avait décrit deux sortes de fibres à partir des cellules bipolaires du ganglion de Corti, les unes radiaires, les autres spirales.

Ces dernières étaient, d'après cet auteur, groupées en :

— faisceau spiral intraganglionnaire dans le canal de Rosenthal;
— faisceau spiral interne sous les cellules sensorielles internes;
— faisceau spiral du tunnel dans le tunnel de Corti;
— enfin, faisceaux spiraux externes formant les plexus spiraux externes. Ces derniers destinés aux cellules externes et étant constitués de fibres provenant directement de l'organe de Corti, les autres faisceaux innervant les cellules internes.

Fernandez, après dissection au microscope binoculaire et coloration de Cajal et de Bodian des lames basilaires et organes de Corti de cochlée de cobaye, confirme les descriptions de Lorente de No. Bien que Fernandez n'ait pu dresser le schéma complet du système nerveux spiral, il déduit de cer-

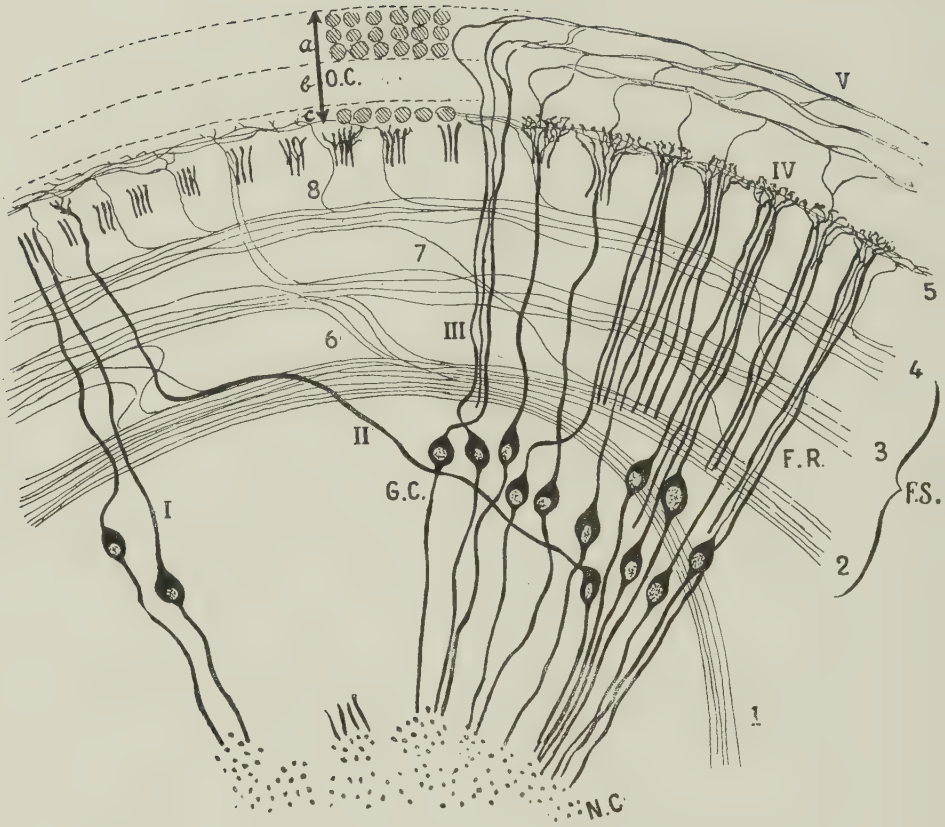


FIG. 9. — *Fibres spirales efférentes au niveau du troisième quadrant (quadrant supérieur) de la première spire cochléaire d'un jeune chat (demi-schématique).*

O.C. = Organe de Corti : *a*) cellules externes; *b*) tunnel de Corti; *c*) cellules internes;
G.C. = Ganglion spiral de Corti;
F.R. = Faisceaux radiaires.
N.C. = Section de la partie centrale du nerf cochléaire au niveau du modiolus.

A. — *Fibres fines et claires : fibres « efférentes ».*

1. Portion du nerf supposé efférent rejoignant à ce niveau le premier faisceau spiral;
2. Premier faisceau spiral;
3. Deuxième faisceau spiral;
4. Troisième faisceau spiral près des foramina nervina;
5. Fibres spirales efférentes situées dans le plexus spiral interne;
6. Fibres « efférentes » allant du premier au deuxième faisceau spiral;
7. Fibres « efférentes » allant du deuxième au troisième faisceau spiral;
8. Fibres « efférentes » allant du troisième faisceau spiral au plexus spiral interne de l'organe de Corti, où elles se terminent.

B. — *Fibres épaisses et noires : fibres sensorielles.*

I. Fibres radiaires;
II. Fibres devenant spirales sur une partie de leur parcours;
III. Fibres allant aux plexus spiraux externes;
IV. Plexus spiral interne;
V. Plexus spiraux externes.

tains traumatismes sonores dont nous parlerons plus loin et des conclusions de Rasmussen, que les fibres spirales décrites par Lorente de No, exception faite des faisceaux spiraux externes, sont de nature efférente.

Dans le même temps (1951), la technique de A. Weber nous permet de dresser un schéma topographique complet des fibres spirales efférentes.

Terminaisons ultimes.

Tous les modes de terminaison qui furent observés correspondent aux types décrits par A. Weber et ses élèves et groupés par ces auteurs sous le terme général d' « appareil méta-terminal ».

Chaque fibre nerveuse se termine par un petit renflement, mais se prolonge au-delà par un filament argentaffine extrêmement ténu, à la limite de la visibilité, dont la longueur est variable et peut atteindre plusieurs dizaines de microns. Ce filament prend fin à son tour par une petite sphère et constitue « l'appareil métaterminal » au début de son activité.

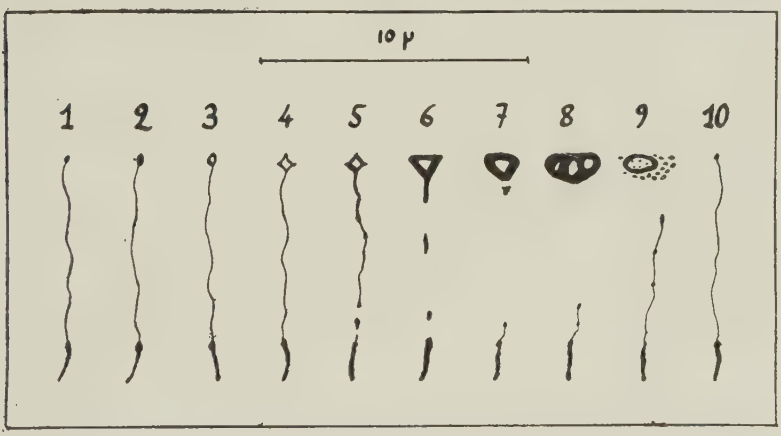


Fig. 10. — *Cycle morphologique de l'appareil méta-terminal de A. Weber, témoin de l'activité nerveuse (d'après* A. Weber).

De 1 à 9 : différents aspects attestant la dégénérescence progressive de la terminaison nerveuse ; de 7 à 10 : reconstitution à partir de la même fibre d'un nouvel appareil méta-terminal qui à son tour dégénérera par la suite.

Cet organe montre, en effet, une extrême labilité et une tendance à la métamorphose suivant un cycle morphologique évolutif dont la rapidité est d'autant plus grande que l'on est dans une région d'activité nerveuse plus intense (A. Weber), de sorte que l'on peut voir des images appartenant à tel ou tel moment de ce véritable cycle neurophysiologique.

Le fin filament décrit plus haut se termine tout d'abord par un petit renflement. Puis ce dernier augmente de volume et peut devenir une petite sphère ou parfois même un triangle, car le centre a perdu sa chromatophilie. Cette sphère ou ce triangle grandit et dégénère, laissant pour toute trace quelques dépôts d'argent. Simultanément, le filament s'amincit par endroit, se fragmente et disparaît, quelques grains argentiques en marquent seulement l'ancien emplacement. Un nouvel appareil métaterminal se reconstitue non loin du premier à partir de la même fibre, et le cycle recommence pour ce nouvel organe. Le fait que l'on trouve en grande quantité les différents stades de ce cycle dans les régions d'intense activité nerveuse prouve que cette évolution est physiologique et qu'elle représente le témoin morphologique de ce fonctionnement.

Il nous a été donné d'observer différents aspects de ce cycle au niveau du plexus spiral interne.

Les fibres efférentes, reconnaissables par leur calibre et leur pâleur, envoient de petites collatérales ou se terminent elles-mêmes par l'un des aspects mentionnés plus haut autour ou au-dessous des cellules sensorielles internes.

L'observation de nos coupes permet ainsi d'affirmer que les cellules internes ont une double innervation : une innervation afférente, formée de fibres radiaires, et une innervation efférente constituée par des fibres spirales.

Quant aux cellules externes, elles sont presque exclusivement innervées par les fibres afférentes bien connues, radiaires du ganglion de Corti aux cellules externes, puis spirales constituant les trois plexus spiraux externes.

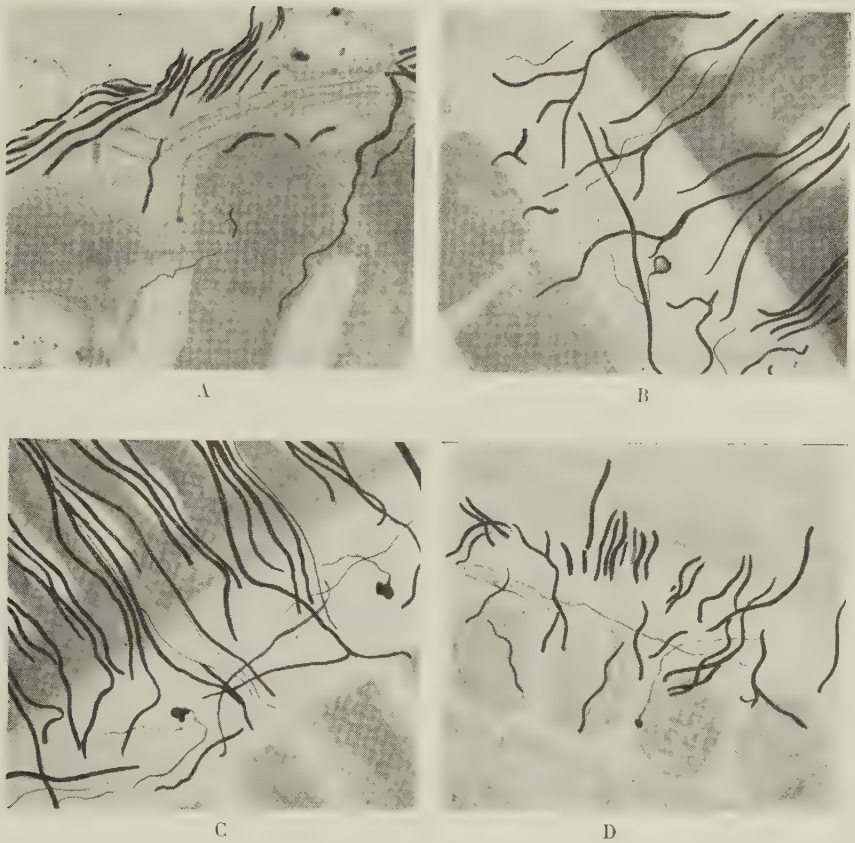


FIG. 11. — *Quelques terminaisons ultimes des fibres efférentes au niveau du plexus spiral interne (jeune chat).*

(Lavis à la chambre claire, gross. : A et B × 4.500, C et D × 3.500. Réduction photographique 1/2).

A : Coupe oblique de l'organe de Corti. *En haut :* Plexus spiral interne. *Au milieu :* Zones granuleuses correspondant au pôle inférieur des cellules sensorielles internes dont on aperçoit un noyau en bas, à gauche. *En bas :* coupe de la base des piliers internes du tunnel de Corti.

Des fibres fines cheminent le long du plexus spiral interne. L'une d'elle oblique en dehors et se termine contre le pôle inférieur d'une cellule sensorielle par un appareil méta-terminal muni d'un petit granule (cf. aspect 1 de la figure 10).

B : Coupe tangeante à la lame basilaire. *En haut, à droite :* Foramina nervina. *En bas, à gauche :* Base des piliers internes du tunnel de Corti. *Au centre :* Plexus spiral interne (la coupe passe immédiatement au-dessous du pôle inférieur des cellules sensorielles. On aperçoit une fibre fine se terminer par une figure de dégénérescence triangulaire (cf. aspect 6 de la figure 10).

C : Même orientation de coupe que B. On voit deux fibres fines se terminer par des amas argyrophiles, témoins de leur dégénérescence (assimilable aux aspects 3 et 4 de la figure 10).

D : Coupe tangeante passant à travers les cellules sensorielles internes. *En bas :* La section des piliers internes du tunnel de Corti. Fibres fines allongées longitudinalement, l'une d'elles se termine contre une cellule sensorielle par un appareil méta-terminal (cf. aspect 2 de la figure 10).

En somme, il nous est possible d'affirmer que l'organe de Corti est innervé par un double système de fibres nerveuses : *les fibres sensorielles* et *les fibres efférentes*. Celles-ci constituent un faisceau bien décrit dans sa portion bulbaire dès 1942 par Rasmussen. Nous pouvons aujourd'hui en préciser la topographie périphérique jusqu'à l'hélicotréma et surtout les terminaisons au niveau des cellules internes de l'organe de Corti, réunissant ainsi en un schéma d'ensemble des observations histologiques jusqu'ici isolées et pour la plupart morphologiquement exactes, telles que l'anastomose vestibulo-cochléaire de H. Oort, les faisceaux spiraux de A. Boettcher, les fibres spirales du plexus interne de l'organe de Corti décrit par Retzius, H. Held, S. L. Poliak et R. Lorente de Nó, dont l'appartenance commune à un même système efférent n'avait pas encore été démontrée.

Ces fibres constituent donc, dans la cochlée, des faisceaux anatomiquement bien individualisés qui proviennent du bulbe, cheminent entre les deux portions du nerf vestibulaire, et après avoir rejoint le nerf cochléaire, s'enroulent en spirale autour du ganglion de Corti jusqu'à l'hélicotréma, pour se terminer aux différents étages au niveau du plexus spiral interne.

DISCUSSION
(Conception physiologique.)

Si l'existence morphologique de ce système nerveux spécial olivo-cochléaire croisé est certaine, le rôle qui lui est dévolu reste encore du domaine de l'hypothèse. Nous serons ainsi amené à discuter maintenant :

a) les arguments qui permettent d'affirmer sa nature efférente;

b) si on peut l'intégrer dans le cadre du système nerveux autonome;

c) enfin, quel rôle il peut jouer dans la physiologie cochléaire.

I — CARACTERE EFFERENT

Il s'agit manifestement de fibres centrifuges, pour des raisons topographiques, morphologiques, enfin physiologiques: leur comportement vis-à-vis des sons intenses.

1° Topographie.

Dans la partie bulbaire, RASMUSSEN a pu déterminer, par la méthode de NISSL, des chromatolyses révélatrices de l'origine de ces fibres dans des cellules bulbaires; inversement, les expériences de dégénérescence wallérienne montrent que leur point de départ cellulaire est bien situé dans le bulbe.

Dans la portion périphérique, l'étude sur coupes sériées de notre matériel montre qu'aucune des fibres de ce faisceau ne présente de corps cellulaire le long de leur parcours (en particulier lorsqu'elles traversent les ganglions de Scarpa et

de Corti), disposition qui n'est pas le fait de fibres sensorielles. Il est vrai que l'on connaît cependant de très rares exceptions à ce schéma, tel le cas du noyau mésencéphalique du trijumeau.

2° **Morphologie**.

Surtout dans leur segment périphérique, ces fibres sont plus fines que les fibres sensorielles, serrées les unes contre les autres, sans gaine de myéline sur une grande partie de leur parcours, présentant enfin de nombreux noyaux schwanniens, autant de caractères qui ne sont pas non plus ceux de fibres afférentes.

Enfin, elles apparaissent plus claires que les fibres noires sensorielles et de coloration brun rouge ou même jaune. Or, on sait qu'avec la technique utilisée, ces différences de teintes correspondent à des différences ultra-structurales et probablement chimiques, elles-mêmes en rapport avec des différences fonctionnelles.

Les travaux récents de C.-A. Baud et E. Pernoux, effectués au microscope électronique, montrent, en effet, que l'ultra-structure de la fibre nerveuse comprend des protofibrilles et des espaces interprotofibrillaires en proportion variable suivant la fonction du nerf. Ces auteurs ont observé que ce n'est qu'en employant la technique de A. Weber que les granules d'argent pénètrent à l'intérieur de la fibre nerveuse et se déposent entre les protofibrilles; ainsi, leur densité (c'est-à-dire l'intensité et la qualité de la coloration) dépend directement de l'ultra-structure de l'élément, donc de sa fonction. Par exemple, les fibres sensorielles à espaces interprotofibrillaires larges apparaissent très foncées, les fibres organo-végétatives à espace réduit se montrent claires.

Sur nos coupes, les fibres spirales supposées efférentes sont toujours plus claires que les fibres sensorielles, quelles que soient les pièces et surtout l'espèce étudiée (rat, cobaye, chat, fœtus humain, etc.), ce qui prouve que leur ultra-structure est différente et vraisemblablement qu'elles ne jouent pas le même rôle que les fibres sensorielles.

3° Comportement vis-à-vis des sons intenses.

Dix-huit animaux (cobayes) furent soumis à des bruits intenses (placés à 1 mètre de la buse d'entrée d'air de moteur

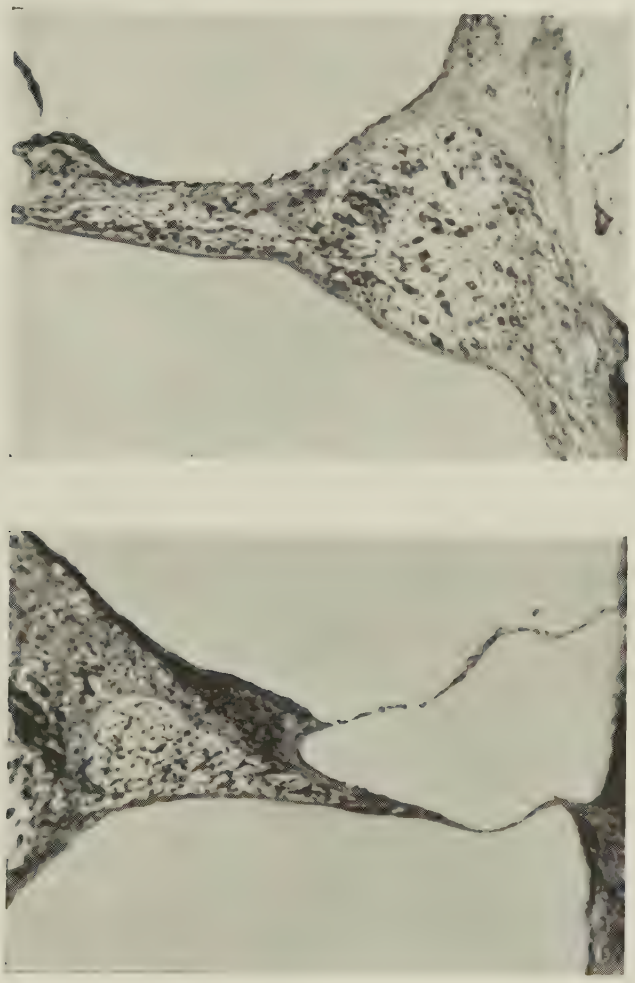


FIG. 12. — *Effet du traumatisme sonore (coupe transversale).*

Cobaye n° 7, exposé 400 heures à 137 phones (dominante 3.000 et 4.000 cycles/S.) ; tué par perfusion intracardiaque sous narcose 12 heures après.

En haut : Coupe transversale de la fin du premier tour de spire. Les dendrites sensoriels, les cellules du ganglion spiral, sont dégénérés ; seuls persistent les faisceaux spiraux sur la partie externe du canal de Rosenthal.

En bas : Fin du deuxième tour de spire. Même dégénérescence de l'appareil neuro-épithélial sensoriel. Les faisceaux spiraux sont intacts (à l'extrême gauche sur notre cliché). (Fixation-imprégnation Ag. A. Weber.)

a réaction dégageant à cette distance 137 phones). Le système épithélial et nerveux sensoriel fut plus ou moins affecté suivant la plus ou moins grande durée d'exposition au bruit. Le système nerveux spiral resta intact, malgré les durées d'exposition les plus longues. Même après 500 et 1.000 heures d'exposition à un stimulus sonore de 137 phones, les faisceaux spiraux des cobayes montrent une morphologie quasi normale, alors qu'il ne reste plus une seule cellule sensorielle, une seule fibre nerveuse afférente ni une seule cellule nerveuse dans le ganglion spiral. Citons deux exemples parmi cette série d'animaux : l'un de 150 heures, l'autre de 800 heures.

Animal n° 4.

Exposition durant 150 heures à un bruit de 137 phones à dominante autour de 3.000 et 4.000 cycles, l'animal est fixé par perfusion intracardiaque douze heures après.

Résultats histologiques. — L'épithélium de la lame basilaire est disparu au niveau du premier et du deuxième tour de spire. Dans le troisième tour de spire, les cellules épithéliales sont conservées; cependant, les cellules externes et internes sensorielles montrent des figures de dégénérescence. Au niveau du dernier tour de spire, l'épithélium est conservé, les cellules externes montrent seules des figures de dégénérescence. Tout le long, la membrane de Reissner est convexe vers la rampe vestibulaire attestant l'hypertension endolymphatique.

Les fibres nerveuses sensorielles et les cellules du ganglion spiral montrent des dégénérescences importantes le long du premier tour de spire, mais sont à peu près conservées au niveau du deuxième, et intactes au niveau des derniers. Les fibres spirales sont normales tout le long de la cochlée.

Animal n° 9.

Exposition durant 800 heures à un bruit de 137 phones à dominante autour de 3.000 et 4 000 cycles, l'animal est fixé par perfusion intracardiaque douze heures après.

Résultats histologiques. — Disparition complète de toutes les cellules sensorielles de l'organe de Corti depuis la fenêtre ronde jusqu'à l'hélicotréma.

Membrane de Reissner convexe vers la rampe vestibulaire attestant une forte hypertension endolymphatique.

Figures de dégénérescence des éléments nerveux sensoriels : dendrites, cellules du ganglion spiral; les cellules sont d'autant plus dégénérées que l'on est plus près de la spire basale.

Faisceaux spiraux quasi normaux depuis la base jusqu'au dernier tour de spire.

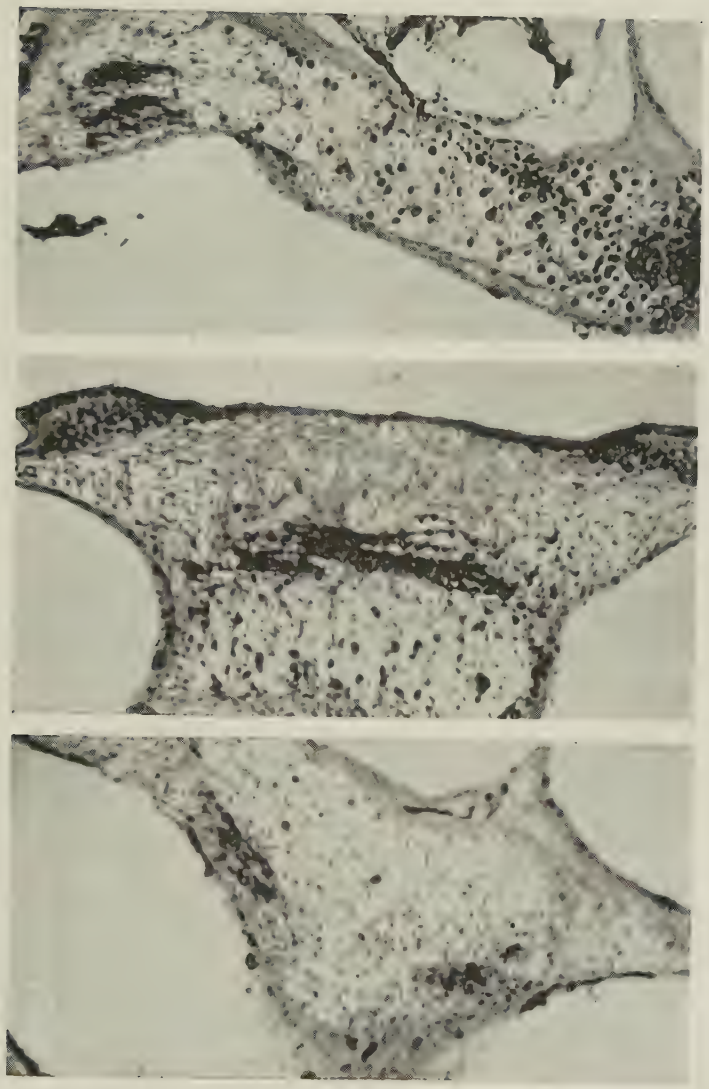


FIG. 13. — *Effet du traumatisme sonore (coupe tangentielle).*

En haut : Cobaye n° 6, exposition durant 200 heures au même stimulus que l'animal de la figure 12. Coupe du canal de Rosenthal au niveau du premier tour de spire. A gauche, zone de perception du 4.000 c./s., éléments sensoriels complètement dégénérés, seuls persistent les faisceaux spiraux efférents ; à droite, en dehors de la zone de dégénérescence maxima, quelques éléments sensoriels réapparaissent.

Au milieu : Même animal que figure 12. Coupe tangentielle du premier tour de spire Les fibres efférentes coupées longitudinalement sont les seuls éléments non dégénérés.

En bas : Même animal. Coupe tangentielle au niveau du troisième tour de spire. Seuls persistent intacts les faisceaux spiraux. (Fixation-imprégnation Ag., A. Weber.)

Ces conclusions sont identiques à celles publiées récemment par Fernandez (1951) et affirment que, malgré l'intensité et la durée du stimulus, ces fibres n'ont pas fonctionné au-delà de leurs possibilités, comme c'est le cas pour l'innervation sensorielle.

Tous ces fait sont des preuves formelles de la nature efférente de ces fibres et permettent déjà d'orienter les recherches physiologiques futures les concernant. Le système spiral de la cochlée n'est pas constitué de fibres sensorielles. Si quelques éléments adoptant le parcours décrit par Cajal peuvent permettre une telle hypothèse, la très grande majorité du système spiral est efférent, et son rôle est, par conséquent, bien différent. et reste encore à être mis en évidence de façon certaine.

II. — LE FAISCEAU NERVEUX EFFERENT COCHLEAIRE APPARTIENT-IL AU SYSTEME ORGANO-VEGETATIF ?

S'il est certain que ces fibres transportent l'influx nerveux du bulbe vers la cochlée, est-ce à dire qu'elles s'intègrent dans le système nerveux végétatif ? Le fait qu'elles sont efférentes, leur origine extra-pyramidale, certains caractères morphologiques de leur segment périphérique ultime, tels que leur finesse et leur pâleur..., pourrait sembler indiquer leur nature autonome. Or, sur le plan périphérique, l'étude systématique de nos coupes sériées n'a jamais permis de mettre en évidence un relais synaptique, même au niveau des ganglions de Scarpa ou de Corti. On sait, en effet, que par définition le système nerveux autonome correspond dans sa disposition périphérique au schéma de Langley et Gaskell, qui reste toujours valable; celui-ci comporte pour les voies végétatives, la présence constante de deux neurones périphériques, l'un dit préganglionnaire, l'autre postganglionnaire. Il est donc difficile pour cette première raison de faire rentrer l'appareil que nous décrivons dans le cadre du système nerveux végétatif.

Par ailleurs, si son origine est bulbaire, elle n'est pas pour cela réticulaire. Rasmussen, grâce à ses expériences d'électrocoagulations localisées, peut insister sur le fait que le pédoncule olivaire (portion non croisée du faisceau olivo-cochléaire) n'est pas renforcé par des neurones provenant des formations réticulaires malgré les affirmations de certains auteurs antérieurs, tels que Kohnstamm (1902), Kaida (1929), Addens (1934), qui pensaient que le pédoncule olivaire était partiellement constitué de fibres provenant du noyau salivaire supérieur et se rendant à l'intermédiaire de Wrisberg.

Il nous est donc encore difficile d'intégrer d'emblée cet appareil dans le système nerveux végétatif. Quel que soit le rôle qu'on lui attribue : trophique, inhibiteur, excitateur..., il en est cependant très proche, car si le pédoncule olivaire n'est pas renforcé par des fibres provenant des formations réticulaires, la zone des petites cellules rétro-olivaires désignées comme son origine est si rapprochée de celles-ci que Rasmussen a pu dire de ce groupe cellulaire : « par ailleurs considéré du seul point de vue de ses rapports de position, ce groupe de cellules peut être interprété comme appartenant aux formations réticulaires voisines. »

III. — CONCEPTION PHYSIOLOGIQUE

Il est possible de penser dès maintenant que ces fibres constituent le substratum anatomique des interactions cochléo-cochléaires. Certains auteurs, en effet, supposent qu'il existe une « synergie fonctionnelle auriculaire », c'est-à-dire une interdépendance du fonctionnement de l'une et l'autre oreille. L'existence de ce phénomène semble indiquée, par de nombreux faits, dans le domaine de la clinique et de la thérapeutique otologiques de tous les jours, et paraît démontrée par l'expérimentation physiologique.

1° Faits cliniques.

Sur le plan clinique, tous les audiologistes ont pu relever dans leurs observations des faits orientant l'esprit vers

l'hypothèse de cette synergie. Mayoux et Martin ont particulièrement insisté sur cette idée ces dernières années (1950-1952), et essayé de démontrer, par des exemples simples, la réalité clinique de cette notion. L'influence d'une lésion apparemment unilatérale sur la fonction de l'oreille opposée semble réelle comme si le système nerveux central cherchait à rééquilibrer, l'une par rapport à l'autre, les valences des deux oreilles, de la même manière qu'il le pratique pour l'appareil vestibulaire.

Cependant, d'après ces auteurs, la possibilité d'influence inhibitrice d'une oreille malade sur la fonction cochléaire opposée est d'autant plus grande que sa lésion est plus périphérique, de sorte que les cas où le phénomène se montre le plus fréquemment sont des surdités mixtes à grosse participation de la transmission (otospongiose, surdité pseudo-oto-spongieuse par séquelle d'otite et d'obstruction tubaire), alors qu'une lésion radiculaire détermine moins facilement une inhibition contro-latérale.

Parfois, en effet, même si l'intensité de la perte n'est pas la même, on trouve quelques cas où il y a parallélisme des courbes aériennes et parallélisme des courbes osseuses. Il existerait ainsi une lésion unilatérale primitive commandant par synergie fonctionnelle et inhibition contro-latérale un trouble du côté opposé, d'abord simplement fonctionnel, puis passant à l'organique.

Ces faits ne sont pas absolument démonstratifs en ce sens qu'il existe autant de lésions unilatérales sans réaction sur l'oreille opposée, et que, lorsque la synergie paraît certaine, les lésions de transmission par atteinte tubaire, par exemple, peuvent très bien exister localement à des degrés divers d'un côté et d'autre, et déterminer le même profil de courbes, attendu que les mêmes causes provoquent les mêmes effets, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir un mécanisme central.

Beaucoup plus troublants, à notre avis, sont les résultats bilatéraux de thérapeutique unilatérale :

Tous les otologistes ont pu remarquer l'amélioration bilatérale provoquée parfois par une fenestration unilatérale, et quelquefois malheureusement l'inverse. Jongkees (L.B.W.) (1949) trouve sur 100 fenestrations unilatérales 27 % de malades améliorés contro-latéralement d'une moyenne de 15 dbs pour les cinq fréquences conservationnelles. Par ailleurs, des chutes brutales des oreilles internes des deux côtés, dans les semaines suivant une intervention, sont mentionnées. Dans cet ordre d'idées, certains auteurs publient des cas absolument inexplicables : Menck, Thygesen, Pallé (1951), rapportent un cas d'atteinte bilatérale du nerf acoustique après fenestration unilatérale; Mayoux et Martin (1952) signalent une chute bilatérale de la fonction de l'oreille interne après opération unilatérale. Nous-même avons constaté un cas superposable avec sidération des deux oreilles internes dans les semaines suivant une intervention unilatérale...

Il existe donc dans la pratique otologique des faits ne s'expliquant apparemment que par interaction cochléo-cochléaire. Mayoux et Martin pensent qu'il ne s'agit que d'un phénomène purement central de modification de réceptivité des centres vis-à-vis des incitations hétéro-latérales, analogue à la « Directional Preponderance » de Cawthorne, Halpike Fitzgerald pour les centres vestibulaires, sans atteinte, du moins au début, de l'appareil périphérique lui-même. La démonstration de l'existence d'une voie nerveuse efférente, dont le centre bulbaire est contro-latérale, permet, au contraire, de supposer pour l'oreille interne que les centres supérieurs peuvent tendre à rétablir un équilibre de fonction bi-auriculaire en agissant sur la cochlée contro-latérale, et qu'il ne s'agit pas seulement d'une nouvelle réceptivité des centres, mais d'un fonctionnement différent de l'appareil périphérique cochléaire lui-même, sous le contrôle de ces fibres olivo-cochléaires efférentes. L'influence sur l'appareil

de transmission mentionnée par Mayoux et Martin, si elle existe, aurait évidemment un mécanisme différent.

2° Faits physiologiques.

Si les observations cliniques ne peuvent que permettre une hypothèse sur les connexions cochléo-cochléaires, l'expérimentation, au contraire, démontre de façon beaucoup plus convaincante leur existence. C'est ainsi que R. Galambos, Rosenblith et Rosenzweig (1950) apportent par leurs belles expériences un argument physiologique de valeur. Sur un chat anesthésié, un système de doubles écouteurs et de tubes hermétiques reliés aux deux conduits auditifs externes permet d'envoyer des stimuli carrés de 0,1 m./sec. de durée dans l'une ou l'autre oreille. Simultanément, les courants cochléaires d'une des deux oreilles sont enregistrés à l'aide d'une électrode placée sur la fenêtre ronde et d'une électrode indifférente sur la tête.

Un clic stimulus homo-latéral, par rapport au côté du phénomène électrique enregistré, entraîne, comme il est classique, une certaine variation électrique au niveau de la cochlée. Un clic hétéro-latéral effectué à 1,25 m./sec. avant le clic homo-latéral détermine une diminution d'amplitude d'une partie de la réponse à ce dernier (onde de déflexion d'origine nerveuse), enfin le seul clic hétéro-latéral provoque un potentiel dans l'oreille interrogée, dit « potentiel contro-latéral » (d'origine nerveuse).

Les mêmes expériences, effectuées en supprimant la cochlée opposée par destruction (injection dans la fenêtre ronde de formaline) ou refroidissement (injection dans la bulle tympanique de chlorure d'éthyle) montrent que ces phénomènes ne sont pas des artéfacts : ni transmission transcrânienne du son, ni captation du potentiel contro-latéral lui-même, puisque le phénomène n'est pas instantané et qu'il faut un temps de latence de 1 m./sec. au moins. Il s'agit donc bien d'une stimulation nerveuse allant de l'oreille opposée excitée par le clic au bulbe par les neurones sensoriels

de cette oreille, puis du bulbe à l'autre oreille, dont on recherche le potentiel électrique, par *une voie nerveuse efférente*. La durée de ce trajet est chez l'animal interrogé de 1 m./sec. environ. Les auteurs démontrent ainsi la réalité physiologique de la voie efférente et concluent, en rapprochant leurs recherches des travaux histologiques de RASMUSSEN sur le tractus efférent.

D'autres expériences physiologiques sont nécessaires pour mettre à jour le rôle du système efférent cochléaire et surtout comprendre des observations cliniques inexplicables jusqu'ici. Les conclusions de GALAMBOS, ROSENBLITH et ROSENZWEIG n'élucident pas l'intervention des centres supérieurs dans le maintien de cet équilibre cochléo-cochléaire, puisque ces auteurs n'étudient que l'action d'une oreille sur l'autre. Il est cependant certain que les centres du « cerveau viscéral » (noyaux hypothalamiques, thalamus et peut-être les centres corticaux) prémoteurs et surtout temporaux doivent plus ou moins présider à la répartition des incitations nerveuses attaquant la cochlée par la voie efférente. Les travaux physiologiques ultérieurs devront donc chercher à confirmer les expériences de GALAMBOS, ROSENBLITH et ROSENZWEIG, mais aussi à établir le rôle des centres suprabulbaires dans la synergie fonctionnelle interauriculaire, c'est-à-dire dans la fonction biauriculaire.

*
* *

Si ces fibres efférentes peuvent constituer le substratum morphologique des interréactions cochléo-cochléaires, il est difficile de savoir comment elles agissent au niveau de l'organe de Corti : trophicité, inhibition, excitation... Il semble que ces fibres, sous l'influence des centres supérieurs, interviennent constamment dans l'audition biauriculaire en contrôlant, à la façon d'un système régulateur, la fonction de l'une et l'autre oreille. On arrive ainsi à penser qu'elles participent en particulier à la perception de la sensation spatiale du son, une des conséquences principales du fonctionnement bilatéral.

Sur le plan pathologique également, cette influence pourrait permettre de comprendre ces cas inexplicables de synergie fonctionnelle, les centres supérieurs cherchant, par l'intermédiaire de fibres efférentes, à rééquilibrer l'audition, après atteinte unilatérale, afin de permettre la récupération plus ou moins totale de la fonction biauriculaire et, en particulier, de la perception de la direction des sons.

CONCLUSIONS

Grâce à la technique de fixation et d'imprégnation argentique de A. Weber, associée à l'expérimentation, il est possible de décrire la topographie et les terminaisons ultimes d'un *faisceau nerveux efférent cochléaire*. Celui-ci fut bien étudié dans sa portion bulbaire par G.L. Rasmussen, qui en trouva l'origine dans la région de la partie supérieure de l'olive bulbaire du côté opposé; après décussation près du plancher du quatrième ventricule près du genou du facial et du noyau du VI, ces fibres rejoignent le nerf vestibulaire. Cet auteur put les suivre ensuite dans le faisceau de Oort jusqu'au premier tour de spire de la cochlée.

I. — Dans leur portion périphérique, nous pouvons affirmer qu'elles quittent le nerf vestibulaire pour atteindre la cochlée en constituant la totalité de l'anastomose de Oort. Il nous est également possible d'en dresser la topographie périphérique complète : formant plusieurs faisceaux spiraux, elles s'enroulent le long du ganglion et de l'organe de Corti, jusqu'à l'hélicotréma.

II. — Pour la première fois, leurs terminaisons ultimes sont décrites; elles se terminent surtout dans le plexus spiral interne par des figures d'appareil métaterminal jamais entrevues auparavant, correspondant aux phases successives du cycle neuro-physiologique de A. Weber.

III. — Leur caractère efférent est prouvé par des observations d'ordre topographique, morphologique et expérimental, spécifique des diverses sortes de fibres.

IV. — Ce système nerveux efférent est décrit chez plusieurs mammifères (cobaye, rat, chat...), et en particulier chez l'homme.

V. — A la lueur de faits cliniques et surtout physiologiques, il semble logique de penser qu'elles participent à la fonction auditive biauriculaire sous l'influence des centres suprabulbaires.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et, s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins, je les instruirais et les soignerais sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes, et, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Vu : *Le Doyen*,
G. PORTMANN.

Vu, bon a imprimer :
Le Président,
G. PORTMANN.

Vu et permis d'imprimer :
Bordeaux, le 8 juillet 1952.

Le Recteur de l'Académie,
E. DELAGE.

BIBLIOGRAPHIE

Abraham (A.). — The endings of the nervus acousticus in the labyrinth of the carp. *Zeitschr. für Zelforsch.*, XXXV, 1951, 396-424.

Addens (J. L.). — A critical review of the occurrence of crossing rott fibers in the facialis, vestibular, glossopharyngeal and vagus nerves. *Overgedrukt uit de Psychiatrische en Neurologische Bladen*, nos 2 et 3, p. 274-291, 1934.

Agazzi (C.). — Quelques recherches d'anatomie microscopique sur l'innervation et sur la vascularisation de l'oreille interne. *Practica O. R. Laringologica, VII,* 1945, 83.

Baud (C. A.). — La structure inframicroscopique des cylindraxes, étudiée par l'imprégnation argentique dichroïtique. *Acta Anatomica,* 1947, 4, 44-48.

— *Zeitschr. für Wiss. Miker Techn.*, 60, 369, 1952.

Baud (C. A.) et Pernoux (E.). — Sur une différence de texture des axones dans les fibres nerveuses myéliniques et amyéliniques révélées au microscope électronique. *C. R. des séances de l'Acad. des Sc.*, t. 232, p. 1597-1599, séance 23 avr. 1951.

Baumann (A.). — Différences de coloration pour les diverses sortes de fibres nerveuses dans les préparations histologiques obtenues par imprégnation aux sels d'Ag. *Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, V, 58, n° L, 1941.

Bischoff (E.). — Ueber den intramedullären Verlauf des Facialis. *Neur. Centrabl.*, vol. 18, p. 1014-1016, 1899.

Bocca (E.). — Notes on the innervation of the cochlea. *Arch. of Otolaryngol.*, LV, 1952, n° 2, p. 188.

Bovero (A). — Sulla fine struttura e sule connessioni del ganglio vestibolare del nervo acustico. *Reale Acad. Sc. Torino,* 1914, 525.

Cajal (R. y). — Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés. Maloine, éd., Paris, 1909.

Carrato Ibanez (A.). — Sur l'innervation végétative de l'oreille interne. Trav. Inst. Cajal, 35, 185, 1941.

Del Bo (M.) et Livan (M.). — I plessi nervosi della Lamina spirale della chiocciola dell'organo auditivo umano. *Arch. Ital. de Otol., Rhinol., Lar.,* LXII, fasc. 3, 1951.

Demetriades (Th.). — Rapports entre labyrinthe et système nerveux végétatif. *Wien. Klin. Wochenschr.*, Jg 40, n° 47, p. 1471-1474. 1927.

Demetriades (Th.), Spiegel. — Der Einfluss des vegetativen Nerven systems auf die Erregbarkeit des Vestibular apparates. *Zeitschr. f. Hals.*, Bd 6, 1923, 472.)

Egmond (Van). — Anatomie et topographie des éléments sensoriels du labyrinthe. *Oto. internat.*, t. 63, 1940, 24-26.

Engstrom (H.). — Sur les différences de calibre des faisceaux nerveux du VIII chez l'homme. 7 *Textabb. Z. mikz anat. Forsch.*, 47-3, 448-455, 1940.

Fernandez (C.) — The innervation of the cochlea. *The Laryngoscope*, LXI, déc. 1951, n° 12, p. 1152.

Galambos (R), Rosenblith (W. A), Rosenzweig. — Physiological Evidence for encochlea-cochlear Pathway in the cat. *Experientia, VI*, fasc. II, 15 nov. 1950, 438.

Gehuchten (P Van). — Anatomie des voies vestibulaires centrales *Rev. d'O.-N.-O.*, 5, 321, 1937, XV.

— Recherches expérimentales sur les terminaisons du nerf vestibulaire et sur les voies vestibulaires centrales. *Rev. d'O.-N.-O.*, 1927, n° 10, 777, 791.

Hardy (M.). — Observations on the innnervation of the macula sacculi in man. *Anat. Rec.*, 1934, vol. 59, 403-418.

Held (H.). — Die zentralen Bahnen des Nervus acusticus bei der Katze. *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1891, Anat. Abt., p 271-288.

Hofmann (F.). — Die obere Olive der Saugetiere nebst Bemerkungen über die lage der Cochlearisenkerne. *Arb. a. d. Wr. neur. Inst.*, 19-8, vol. 14, p. 76-328.

Jongkees (L.W.B.). — L'ouïe de l'oreille non opérée dans la chirurgie de l'otospongiose. *Soc. Franç. d'O.-R.-L.*, Congrès 1949, p. 223.

Kaida (Y.). — Ueber den Ursprung end den peripheren Verlaut der sog. zentrifugalen Vestibularisnerven nach Leidler (Fasciculus vestibularis medialis nach Kaplan). *Arch. f. Ohre, Nasen u. Kehlkopfh*, 1929, vol. 123, p. 62-69.

Kaplan (M.) — Die spinale Acusticuswurzel und in ihr eingelagerten Zell systeme. *Arb. a. d. neur. Instit. a. d. Wien. Univers.*, 1913, vol. 20, p. 374-559.

Kappers Ariens. — Anatomie du système nerveux. Masson et Cie, Paris, 1947, de Erven F. Bohn Haarlen.

Kimmel (D. L). — Development of the afferent components of the facial, glossopharyngeal and vagus nerves in the rabbit embryo. *J. Comp. Neur.*, 1941, vol. 74, p. 447-471.

Kohnstamm (O.). — Von Zentrum der Speichelsekretion. dem nervus intermedius und der gekreutzen facialis Wurzel. *Vehr. Congr. Tunere Medizin*, 1902, vol. 20, p. 361-373.

Kobrak (F.). — On the nature of a dual function in the cochlear nerve. *Journ. Laryng. et Otol.*, LXIII, 7, 1949.

Kolliker (A). — *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*, 1893, vol. 2, W. Engelmann, Leipzig, p. 268-400.

KOLMER (W.). — Gehororgan, in von Mollendorff Handbuch der mikroskomischen. *Anatomie des Menschen,* Berlin, 1927, vol. 4, p. 250.

LEIDLER (R.). — *Schr. Ohrenheilk.*, 68, 513-686, 1934, et 69-1-1935.

LORENTE DE NÓ. — Etudes sur l'anatomie et la physiologie du labyrinthe de l'oreille et du VIII. *Trav. Lab. Biol. Univ. Madrid,* fasc. 4, 1925-1926, t. 24, fasc. 1, 1926, p. 53-153.

— Anatomy of the eighth nerve. *The Laryngoscope*, 43, 1933, n° 1.

— Sensory endings of the cochlear. *Trans. Amer Otologic. Soc.*, 27, 1937, 86.

— The sensory endings in the cochlea. *The Laryngoscope,* 47, 373, 1937.

LOVINO (M.). — Ricerche sull'innervazione simpatica dell'orecchio interno. *Boll. Soc. med. chir. di Modena,* L, 1950, fasc. 3.

MAYOUX (R.) et MARTIN (H.). — La synergie fonctionnelle auriculaire. *Journal français d'O.-R.-L.*, vol. 1, n° 1 janv. 1952, p. 2.

MESOLELLA (V). — Rameau vestibulaire cochléaire et ganglion de Bottcher. *Boll. Mal. Or.,* 59, 41-60, 1941.

— 1941 — Sulla questione delle fibre simpathiche nella branc vestibulare dell' acustico — richere nell'uomo. *Boll. d. mal. d. orecchio, d. gola, d. naso.,* vol. 59, p. 121-130.

METTLER (F. A.). — Neuro-anatomy. *The C. V. Morby Comp.,* Saint-Louis, 1948.

MENCK-THYGESEN. — Bilateral failure of the acoustic nerve following unilateral fenestration. *Acta O. L.,* XXXIX, juin 1951, fasc. 2-3, p. 210.

MONTANDON (A.). — Le labyrinthe et le système nerveux végétatif. Karger, 1946, Bâle.

OORT (Van). — Uber die Verästelung des Nervus Octavus bei Saugetieren. *Anat. Anz.,* Bd 52, 1919, p. 272

ORZALESI (F.), PELLIGRINI (E.). — Sui rapporti fra nervi intermedio e vestibolare et sulla struttura del ganglio e del nervo vestibolare nell'uomo. *Arch. Ital. Anat. Embr.,* XXXI, 1933, p. 105.

PALUMBI (G.). — Un nouvel appareil de réception nerveux dans la région apicale de la cochlée chez l'homme. *Boll. Soc. ital. Biol. sperm.,* 1950, 26/2, 136-137.

— Quelques nouveaux détails sur les fibres nerveuses neuraxiales et sympathiques dans le labyrinthe humain. *Atti Accad. naz. Lincei,* Rome, 1950, 8/6, 629-632.

PAPEZ (J. W.). — Superior olivary nucleus; its fiber connections. *Arch. Neur. and Psychiat.,* 1930, vol. 24, p. 1-20.

POLIAK (S. L.). — *Zeits. f. die ges. Neurol. u. Psychiatr.,* 110, 1, 1927; *The human ear,* New-York, 1946.

PORTA (C. F.). — Sulla structura della vie nervoso végétative del labirinto *Atti Accad. Fisiocritiei.,* Siena, 1939.

Portmann (M.) et Portmann (Cl.). — Les fibres spirales de la cochlée. *Rev. de Laryngol.*, LXXII, 1951, n^os 11-12, 737.

— Action comparative des sons intenses sur les systèmes de fibres nerveuses afférentes et efférentes de la cochlée. *C.R. des séances de la Soc. de biol.*, séance du 12 mars 1952.

— Efferent nervous fibres of the cochlea. *Arch. of Otolaryngol.*, 1952 (sous presse).

— Les fibres nerveuses efférentes cochléaires. *Bull. de l'Acad. nat. de méd.*, séance du 22 avril 1952.

— L'innervation de la bandelette sillonnée (*limous laminae spiralis*) chez le chat. *Experientia*, VIII, 1, 1952, 11.

Quix (F. H.). — *Acad. de Sc.*, 1921, 173, 864; *Arch. nierl. Physiol.*, 1921, 6-1.

Racine (W.). — Le système nerveux végétatif et l'oreille interne. *Practica O. R. L.*, IV, 1942, 205.

— Le système nerveux végétatif et la cochlée. Imprimeries Nouvelles, Neuchâtel, 1941.

Rasmussen (G.L.). — Observations on the fibers arising from the superior olive of cat. *Anat. Rec.*, 1932, vol. 52, p. 32 (Abstract).

— Master Thesis, Univ. of Minnesota, 1935, Minneapolis.

— An efferent cochlear bundle. *Anat. Rec.*, 1942, vol. 82, p. 441 (Abstract).

— Concerning certain projection fibers of the superior olivary complex. *Anat. Rec.*, 1944, vol. 88, p. 453 (Abstract).

— The olivary peduncle and other fibre projections of the superior olivary complex. *Journ. comp. Neurol.*, 84, 141-219, 1946.

Retzius (G.). — Das Gehororgan del Wirbeltiere 11, Stockholm, 1881. *Biol. Unters.*, Bd 3, 1892; Bd 5, 1893; Bd 6, 1894.

Stohr (P.). — Mikroskopische Anatomie des vegetativen nerven systems. Verlag J. Springer, Berlin, 1928.

Weber (A.). — Analyse des phases sucessives de l'imprégnation neurofibrillaire par l'argent réduit. *Bull. Histol. appliq.*, mars 1943, p. 49-59, et 1947, 24, 49.

Winkler (C.). — Manuel de neurologie. Erven F. Bohn Haarlen, 1921.

Wittmack. — Die funktionnelle Bedeutung des Cortishen Organs und der marklosen Nerwendigung en für den Hörakt. *Acta O. L.*, 1928, XII, fasc. 1 et 2, p. 1-10.

Yoshida (I.). — 1925. — Ueber die funktionelle Bedeutung der oberen Olive nebst ihren Faserbahnen. *Fol. Anat. Japonica*, 1925, vol. 3, p. 111-136.

Dépôt légal en 1952 (3e trimestre).

26217. — Imprimeries Delmas, Bordeaux (31.0192).